

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
COORDENAÇÃO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

GUILHERME APARECIDO ROSA CANDEO

**APLICAÇÃO DA METAHEURÍSTICA CLONALG NA ROTEIRIZAÇÃO  
DE VEÍCULOS EM UMA EMPRESA DE REFRIGERANTES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Medianeira

2018

GUILHERME APARECIDO ROSA CANDEO

**APLICAÇÃO DA METAHEURÍSTICA CLONALG NA ROTEIRIZAÇÃO  
DE VEÍCULOS EM UMA EMPRESA DE REFRIGERANTES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Graduação, em Engenharia de Produção, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial à título de Bacharel

Orientador: Prof. Dr. Levi Lopes Teixeira  
Coorientador: Prof. Me. Neron Alípio Cortes Berghauser

Medianeira

2018



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**Câmpus Medianeira**  
DIRETORIA DE GRADUAÇÃO E EDUCAÇÃO PROFISSIONAL  
**Departamento Acadêmico de Produção e Administração**  
Curso de Graduação em Engenharia de Produção



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

# APLICAÇÃO DA METAHEURÍSTICA CLONALG NA ROTEIRIZAÇÃO DE VEÍCULOS EM UMA EMPRESA DE REFRIGERANTES

Por

GUILHERME APARECIDO ROSA CANDEO

Este trabalho de conclusão de curso foi apresentado às 15:30 h do dia 21 de novembro de 2017 como requisito parcial para aprovação na disciplina de TCC2, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o projeto para realização de trabalho de diplomação aprovado.

---

Prof. Dr. Levi Lopes Teixeira (orientador)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Ms. Neron Alipio Cortes Berghauser (co-orientador)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Ms. Peterson Diego Kunh  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Dr. Lotario Fank  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

- O Termo de Aprovação assinado encontra-se na Coordenação do Curso -

A Deus, a minha família e amigos onde  
*Sempre estiveram me apoiando...*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecer a Deus e Nossa senhora Aparecida pela proteção e benção.

A minha família, aos meus pais Valdecir Candeo e Hilda de Fatima Rosa Candeo, as minhas irmãs Naiara Nair Rosa Candeo e Liara Fernanda Rosa Marcusso, pela confiança, motivação e por todo esforço para fazer com que eu chegasse até aqui.

A minha namorada Taíse Carla Mognol, pela força nas horas mais difíceis e pela vibração em relação a esta jornada.

Ao Prof. Dr. Levi Lopes Teixeira e Prof. Me. Neron Alipio Cortes Berghauser, por toda ajuda e dedicação para realização desse trabalho.

Aos profissionais entrevistados, pela concessão de informações valiosas para a realização deste estudo.

A todos que, com boa intenção, colaboraram para a realização e finalização deste trabalho.

“A persistência é o  
Caminho do êxito.”

Charles Chaplin.

## RESUMO

Candeo, Guilherme Aparecido Rosa. **Aplicação da Metaheurística Clonalg na Roteirização de veículos em uma empresa de refrigerantes**. 2018, 61 páginas. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

As organizações dedicam esforços na gestão da logística a fim de obter vantagens competitivas diante das correntes, com a finalidade de diminuir os custos e melhorar o atendimento aos seus clientes. A pesquisa operacional (PO) é um estudo muito utilizado para tomar decisões mais eficazes por meio de informações cuidadosas de resultados. O presente trabalho utilizou-se de ferramentas da PO para realizar a tarefa de roteamento em serviços de entrega, aplicado ao estudo de caso de distribuição de refrigerantes para a cidade de Bauru, São Paulo, Brasil. A técnica utilizada foi a metaheurística Clonalg, com ela foi possível melhorar a rota que envolve todos os pontos de entregas, minimizando o custo de transporte. O trabalho também aborda alguns conceitos de logística ressaltando algumas práticas que podem trazer ganhos competitivos para a indústria de refrigerantes e apresenta um breve estudo de caso da empresa distribuidora de refrigerantes e de como é realizado a distribuição dos produtos.

**Palavras-chave:** Logística; Roteamento de Veículos; Metaheurística.

## ABSTRACT

Candéo, Guilherme Aparecido Rosa. **Application of Clonalg Metaheuristics in Vehicle Routing in a soft drink company**. 2018. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

The organizations dedicate their efforts to logistics management to obtain competitive advantages in front of the chains, in order to reduce costs and improve customer service. Operations Research (OR) is a widely used study to make more effective decisions through careful information of results. The present work used OR tools to perform the routing task in delivery services, applied to the case study of soft drink distribution for the city of Bauru, São Paulo, Brazil. The technique used was the Clonalg metaheuristic, with which it was possible to improve the route that involves all points of delivery, minimizing the cost of transportation. The work also has some concepts of logistics and presentation of some raw materials for the distribution of soft drinks and data distribution systems.

**Palavras-chave:** Logistics; Vehicle Routing; Metaheuristics



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Cross-docking. ....	22
Figura 2 – Fluxograma de funcionamento do algoritmo CLONALG. ....	37
Figura 3 - Fluxograma Processo logístico. ....	41
Figura 4 – Pontos de entregas. ....	42
Figura 5 – Rota atual feita pelo motorista.....	43
Figura 6 – rota criada através da programação.....	44
Figura 7– rota criada através da programação objetivando o menor tempo. ....	45
Figura 8– Fluxograma Processo logístico a ser implementado.....	46

## LISTA DE SIGLAS

PO	Pesquisa Operacional
BNDES	Banco Nacional do Desenvolvimento
WMS	<i>Warehouse Management System</i>
CAD	Centro Avançado de Distribuição
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i>
PRV	Problema de Roteamento de Veículos

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 IMPORTÂNCIA DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	14
1.2 OBJETIVO GERAL .....	15
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
2.1 LOGÍSTICA: CONCEITOS INTRODUTÓRIOS .....	16
2.2 CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO.....	18
2.3 ESTRUTURAS DE APOIO À DISTRIBUIÇÃO .....	21
2.4 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO EM LOGÍSTICA .....	25
2.5 ERP ( <i>ENTERPRISE RESOURCE PLANNING</i> ) .....	26
2.6 PESQUISA OPERACIONAL .....	28
2.7 ROTEAMENTO DE VEÍCULOS .....	29
2.8 METAHEURÍSTICA.....	30
2.9 CLONALG .....	31
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>34</b>
3.1 MATERIAIS .....	34
3.2 METODOLOGIAS .....	34
3.3 ALGORITMO CLONALG.....	36
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b> .....	<b>38</b>
4.1 EQUIPE DE VENDAS .....	38
4.2 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO.....	38
4.4 LOGÍSTICA ATUAL DISTRIBUIÇÃO .....	39
4.5 ROTA CRIADO PELA METAHEURÍSTICA.....	43
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>49</b>
<b>APÊNDICES</b> .....	<b>55</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As indústrias de refrigerantes têm um papel fundamental na economia brasileira, sendo a de maior destaque o setor de bebidas. O ramo é responsável pela geração milhares de postos de trabalho. Cada vez mais, as organizações do setor de refrigerantes trabalham suas estratégias de mercado para ganhar competitividade (BNDES, 2017)

Uma estratégia de grande eficiência é a redução de custos e otimização de processos por meio da Pesquisa Operacional - PO, voltada ao roteamento de veículos, que se concentra na redução de custos logísticos, de forma que sua otimização possa gerar uma grande diferenciação diante dos concorrentes.

Para Ching (2008) os custos logísticos são consequências das operações logísticas das empresas: suprimentos, manufatura e distribuição. Essas operações são de grande importância para as organizações, pois agregam valor aos clientes.

Entretanto as organizações ainda veem a logística como uma simples função de transportar, não proporcionando esforços suficientes para administrar os processos de distribuição e armazenagem. A logística deve ser vista como uma atividade necessária para gerir esses processos, visando a satisfação da cadeia como um todo.

Além de boas práticas de logística, a pesquisa operacional se apresenta com uma opção eficiente na busca da otimização de custos logísticos. Arenales *et al.* (2007) dizem que a pesquisa operacional, e em particular a programação matemática lidam com problemas de decisões, utilizando de modelos matemáticos que buscam representar os problemas reais, variáveis e relações matemáticas entre essas variáveis são definidas de modo a descrever o comportamento do sistema.

Na área da PO, o roteamento de veículos se revela uma proposta muito produtiva e eficiente, pois permite atender a demanda de todos os clientes em uma certa região ao menor custo possível, gerando grandes benefícios como custos logísticos otimizados e redução do tempo de transporte, com isso ocasiona um ganho em produtividade operacional, uma melhora no sistema de distribuição dos produtos e uma estratégia de diferenciação no mercado.

Para Shablin e Stevens Jr. (1979) a pesquisa operacional é um método científico de tomada de decisão, com foco na solução de problemas reais podendo

ser utilizado para o problema de transporte, os autores resumem, que o problema de transporte é um posto de origem de produtos partindo para um certo número de destinos com demanda, de maneira que a entrega seja ótima (mínimo custo ou um lucro máximo).

Por meio do roteamento de veículos e da Metaheurística Clonal é possível desenvolver uma rota que contribua com a redução dos custos logísticos e atenda a demanda de forma mais eficiente, sendo esse o propósito do trabalho.

## 1.1 IMPORTÂNCIA DA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

As indústrias ganham competitividade perante o mercado, a partir do momento em que passam a conhecer melhor os processos de distribuição de seus bens e serviços para as diversas formas de demanda, procurando sempre a satisfação do cliente com a minimização dos custos totais de transporte.

Contudo, as indústrias de refrigerantes devem ter um gerenciamento logístico eficaz para ganhar mercado e alcançar um diferencial diante dos concorrentes, buscando minimizar os custos totais de transporte e otimizar o uso dos veículos, levando em conta a necessidade de atender à demanda dos clientes.

A redução nos custos de transporte pode ser conseguida por meio da criação de uma roteirização de veículos, na qual é possível analisar e criar uma rota cujo objetivo é minimizar os custos envolvidos na logística e buscar uma melhora na utilização dos veículos, proporcionando um balanceamento ótimo da frota utilizada.

Para Goldbarg e Luna (2000), o roteamento de veículos é um conjunto de meios com a finalidade de atender pontos de demanda localizados em arcos ou vértices de uma rede transportes e planeja estabelecer um roteamento e sequenciamento de veículos que leve à minimização do custo. A ideia básica do roteamento de veículos é visitar uma série de pontos de distribuição passando somente uma única vez, ao menor custo possível.

Uma vez que o gerenciamento eficaz do método logístico usando problema de roteamento de veículos modelos de otimização de transporte pode proporcionar uma redução de custo e aumento de lucros dentro da organização, justifica-se a realização desta pesquisa pelos resultados esperados na melhoria dos

dados coletados.

## 1.2 OBJETIVO GERAL

Apresentar proposta para roteirização de veículos utilizados na distribuição de refrigerantes produzidos por uma empresa localizada no Oeste do Estado de São Paulo utilizando a Metaheurística Clonalg.

## 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Mapear os pontos de entregas de refrigerantes na cidade escolhida para a pesquisa;
- b) Levantar distâncias e tempo para o deslocamento de um veículo para atender todos os clientes definidos.
- c) Apresentar a melhor rota de transporte que satisfaça as necessidades da empresa levando em consideração a distância percorrida.
- d) Fazer um comparativo da atual gestão logística praticada pela empresa com a teoria bibliográfica.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 LOGÍSTICA: CONCEITOS INTRODUTÓRIOS

A aplicação de técnicas eficientes de logística teve papel fundamental desde os tempos bíblicos, quando impérios ganhavam vantagens militares por terem uma boa estratégia de logística. Em busca das necessidades de planejamento, de instalação e deslocamento de tropas com seus suprimentos pertinentes nos campos de batalha e a ânsia de vitórias, há séculos os militares estudam e desenvolvem sistemas logísticos. BULLER (2012)

Para Buller (2012) os estudos em logística militar apresentaram grande destaque na Segunda Guerra Mundial e, a partir dos anos 1950 passaram a representar uma nova área de conhecimento a ser ensinado nas universidades incluindo novas disciplinas relacionadas à distribuição, armazenamento e transporte de bens e serviços.

Segundo Christopher (2013) os generais de épocas passadas já tinham consciência do papel crucial da logística, porém só no passado recente as organizações admitiram o impacto que este conhecimento pode ter na conquista de vantagem competitiva.

Para Ballou (1999, p.23) “logística é o processo de planejamento do fluxo de materiais, objetivando a entrega das necessidades na qualidade desejada no tempo certo, otimizando recursos e aumentando a qualidade nos serviços”.

Caixeta-Filho e Martins (2007) dizem que a logística tem a função básica de proporcionar disponibilidade, acesso aos produtos que não estariam disponíveis para uma sociedade, assim fazendo a função econômica de promover integração entre comunidades que produzem bens diferentes entre si.

A missão da logística segundo Paoleschi (2009) é disponibilizar a mercadoria ou serviço certo, no lugar certo, no tempo certo e nas condições corretas, ao mesmo tempo em que contribui para a empresa.

O mesmo autor ainda comenta que, ao decorrer do tempo e a medida em que as empresas reconheceram as necessidades da logística, o mercado nacional e internacional aumentou significativamente deslocando insumos e produções. Porém

a necessidade de gerenciar corretamente os fluxos de informações e produtos entre fornecedores e clientes se tornou cada vez mais crítico para o êxito das empresas. A gestão eficaz dessas atividades é o ponto chave para o sucesso.

A logística empresarial é um campo moderadamente novo do estudo da gestão integrada, de áreas tradicionais como finanças, marketing e produção.

Conforme afirma Ballou (2006) as atividades de movimentação-armazenagem ou transporte-estoque sempre se fizeram presentes no cotidiano das organizações em geral. Entretanto, o diferencial vem com a aplicação da gestão coordenada das atividades inter-relacionadas substituindo a tradicional prática de administrá-las de forma separada, e usando uma nova concepção de que a logística é responsável por agregar valor a serviços e produtos, itens fundamentais na satisfação do cliente e, conseqüentemente para o aumento das vendas.

Ainda para Ballou (2006), o Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos (GCS ou SCM, do inglês *supply chain management*) é uma estrutura surgida mais recentemente e que capta a essência da logística integrada e inclusive a ultrapassa.

Segundo Chopra e Meindl (2011) a cadeia de suprimentos consiste em todas as partes envolvidas, direta ou indiretamente, na realização do pedido de um cliente. Ela inclui o fabricante, fornecedores, transportadoras, armazéns, varejistas e até mesmo os clientes, envolvidos em ciclo de dependências múltiplas e que precisam ser eficientemente organizadas e planejadas para criarem o diferencial competitivo.

Já Abramczuk (2001) tem um pensamento diferenciado dos demais sobre a cadeia de suprimentos comentando que “[...] uma cadeia de suprimentos é representada por uma conciliação lógica de atividades diferenciadas e complementares, necessárias para que um produto ou serviço seja criado, elaborado e colocado ao alcance do cliente final. ”

De acordo com Bertaglia (2006, p.4)

Cadeia de suprimentos corresponde ao conjunto de processos requeridos para obter materiais, agregar-lhes valor de acordo com a concepção dos clientes e consumidores e disponibilizar os produtos para lugar (onde) e para a data (quando) que os clientes e consumidores os desejarem.

Para que um sistema logístico se torne eficiente, é necessário que alguns aspectos sejam levados em conta; os custos logísticos são um deles, pois com a competitividade cada dia mais intensa, qualquer ingerência nos custos pode gerar



grandes perdas para as empresas.

Para Chopra e Meindl (2011) os custos operacionais podem influenciar o preço do frete dependendo da rota, porém os diferentes locais de interação entre a demanda e a oferta de serviço de transporte podem impedir que o impacto dos altos custos operacionais sobre os valores dos fretes seja direto e semelhante em todos os locais.

Para Ching (2008) sobre os custos logísticos, não é interessante entender cada custo de forma isolada e presentes dentro das organizações, mas, como o mais significativo numa concepção da cadeia logística total, a visão dos custos totais logísticos e buscar sua otimização.

Segundo Christopher (1997) é imprescindível que o sistema logístico seja capaz de identificar os custos resultantes do fornecimento do serviço ao cliente e propor ações que os reduzam.

Já Ballou (2006) afirma que um serviço de transporte incide em uma sucessão de custos, como mão-de-obra, combustível, manutenção, terminais de cargas e descargas, rodovias e administrativos. Esses custos se subdividem arbitrariamente em desembolsos que variam de acordo com o serviço ou o volume (custos variáveis) e os invariáveis (custos fixos).

## 2.2 CANAIS DE DISTRIBUIÇÃO

Para Rosebloom et al. (1999) diz que o caminho seguido por um produto desde sua concepção até o consumidor final; a transferência de posse entre várias empresas; ou, também, define o canal de distribuição como sendo um encontro de empresas reunidas com o propósito de realização de trocas.

Segundo Stern *et al.* (1996), os canais de distribuição consistem em organizações interdependentes, envolvidas no processo de converter um produto ou serviço disponível para uso e consumo.

Já Coughlan (2002) um canal de distribuição não é apenas uma organização fazendo o melhor que pode no mercado, pois cada integrante do canal depende dos demais para executar sua função. O propósito do canal é satisfazer os usuários finais no mercado, sejam eles consumidores ou compradores de empresas

finais, fazendo a junção entre fabricante e consumidor.

Stern et al. (1996) acrescenta que as funções realizadas por diferentes membros do canal são chamadas de fluxos, porque consistem num conjunto de atividades que ocorrem numa sequência dinâmica dentro do canal de distribuição.

De acordo com KOTLER (1999) canais de distribuição possuem alternativas de canal que contêm os critérios econômicos, de controle e de adaptação que são determinantes para escolha do melhor canal pela empresa:

a) informação: comunicação entre os membros, passando as visões de cada um sobre produto ou serviço e coletam e distribuem feedbacks que parte dos consumidores finais, de grande importância para a cadeia;

b) promoção: atividades realizadas para desenvolver e distribuir comunicações que geram demanda sobre um produto ou serviço;

c) contato: encontrar e comunicar-se com grandes compradores, afim de criar relações;

d) adaptação: adaptar o produto ou serviço às necessidades e exigências do consumidor;

e) negociação: chegar a um acordo onde os membros possam aderir preço e transferir a propriedade de posse do produto ou serviço, agradando ambas as partes;

f) distribuição física: refere-se ao fluxo físico do produto do fabricante até o consumidor. É a parte em que predomina as boas práticas de logística;

g) financiamento: são formas de pagamentos e de fluxos financeiros ligados ao custo de capital, principalmente o de carregar estoques no sistema;

h) riscos: assumir todos os riscos advindos na execução do trabalho.

Para as empresas terem competitividades é necessário, as mesmas deixarem muito claro em seu planejamento estratégico quais serão suas estratégias para se diferenciar diante de seu canal de distribuição que atua, oferecendo preços competitivos, serviços de qualidade etc.

Com isso podem distribuir seus produtos de acordo com os tipos existentes. Segundo Megido (2002), existem dois tipos de distribuição:

a) direta: quando o fabricante vende diretamente para o consumidor;

b) indireta: quando o fabricante utiliza intermediários (atacadista, varejista, etc.) para colocar o produto ao alcance de seus consumidores.

Segundo Lacerda (2000), na estrutura indireta a empresa possui um ou mais armazéns centrais e um grupo de centros de distribuição avançados, próximos

aos clientes. Logo nas estruturas diretas, a empresa possui um ou mais armazéns centrais, onde os produtos são expedidos diretamente para os clientes.

De acordo com Kotler (1999) o canal de distribuição direto, não tem níveis intermediários, a venda é direta do fabricante ao consumidor.

Para Stern et al., (1996) intermediários surgem no processo de trocas, pois podem aumentar a eficiência do processo. Isto fica evidente pelo fato de ser cada vez maior o número dos produtos disponíveis aos consumidores, e não seria eficiente e interessante para qualquer empresa fabricante atender os consumidores individualmente.

Berman (1996) diz que intermediários aparecem para ajustar a discrepância da oferta no processo de suprimentos, principalmente através de semelhar a oferta, uso de lotes, alocação de grandes lotes em lotes menores e até individualmente juntando produtos diferentes para venda.

Escolher por utilizar de intermediários é uma estratégia de negócio, porém complexa pois envolve vários fatores como a demanda e a oferta pelo produto.

Coughlan et. al. (2002), o que se precisa entender é que utilizar o intermediário para desempenhar um ou mais fluxos na estrutura de canal escolhida é um acontecimento bastante provável, porque um número muito grande de condições precisa ser atendida para que as vendas diretas sejam as melhores possíveis. Como resultado, se o fabricante resolver utilizar um ou mais intermediários, o transtorno passa a ser quais são os tipos de intermediários que se deve utilizar.

Ainda Coughlan et. al. (2002), apresenta o seguinte roteiro para implementar um canal de distribuição:

a) segmentação: é dividir o mercado em grupos de usuários finais que são especialmente semelhantes dentro de cada grupo e principalmente diferentes entre os grupos;

b) posicionamento: definir os atributos do produto ou serviço, seu preço, composto promocional para atender as demandas de seu segmento;

c) estabelecimento de alvo: nesta etapa, é decidido quais segmentos devem ser alcançados e quais não devem ser almejados, para manter o canal focado nos segmentos que planeja alcançar lucratividade;

d) estabelecimento de novos canais ou aperfeiçoar os já existentes: se não há canal no mercado para o segmento, é necessário determinar um projeto que se identifica com as demandas do mercado-alvo. Já, se o mercado possui um canal

preexistente, deve-se analisar as lacunas da oferta e da demanda.

As lacunas de oferta significam que pelo menos um fluxo do canal é realizado a um custo muito alto, provocando preços elevados que o mercado-alvo possa pagar, levando a reduções de vendas e participação de mercado. No entanto, as lacunas de demanda significam que pelo menos uma das demandas de produção não está sendo atendida de forma adequada pelo canal de distribuição;

e) identificação dos conflitos: o conflito é gerado quando as ações de um membro do canal impedem que o mesmo atinja seus objetivos. Considerando a correlação de seus membros, as ações de qualquer um deles têm influência no sucesso do esforço do canal, comprometendo o desempenho total do mesmo.

## 2.3 ESTRUTURAS DE APOIO À DISTRIBUIÇÃO

Segundo Coughlan (2002) um canal de distribuição não é apenas uma organização fazendo o melhor que pode no mercado, pois cada membro do canal precisa dos demais para desempenhar sua função. O objetivo do canal é cumprir com os requisitos dos usuários finais no mercado, sejam eles consumidores ou compradores de empresas finais, fazendo a ligação entre fabricante e consumidor.

Para Rosenbloom (2002) estabelece que a estrutura de canal como um grupo de membros do canal para o qual foi alocado um conjunto de tarefas de distribuição.

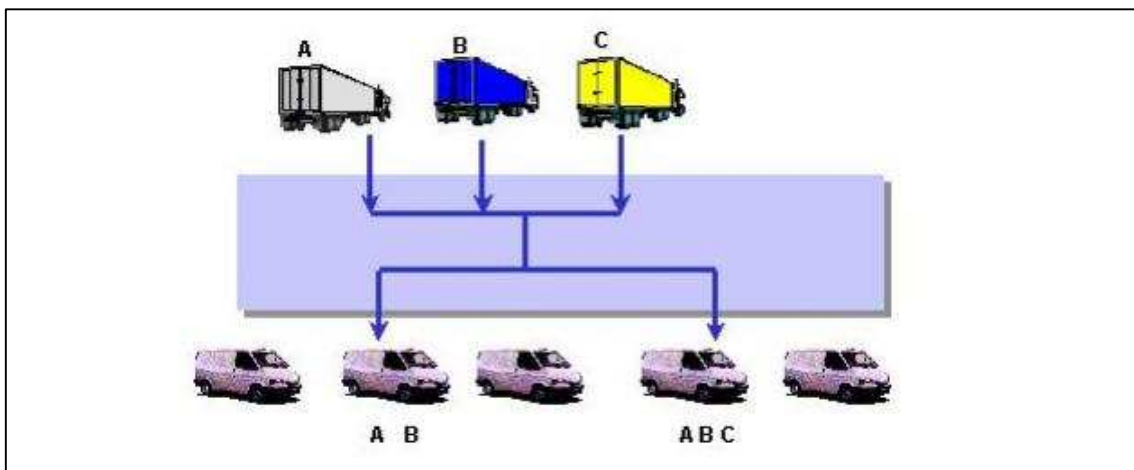
Existem alguns tipos de estruturas de apoio à distribuição, cada um deles com uma estratégia diferente. Cabe a empresa escolher qual melhor atende suas necessidades.

De acordo com Farah (2003), O *cross-docking*, o *transit point* e o Centro Avançado de Distribuição (CAD) são tipos de apoio à distribuição e estão diretamente relacionados aos objetivos da logística de distribuição. São três tipos de apoios mais utilizados.

### 2.3.1 *Cross-Docking*

Segundo Pires (2004), O intuito de racionalizar as práticas de armazenagem, surge nas últimas décadas o *cross-docking*, uma das principais práticas logísticas a serviço da gestão de cadeia de suprimentos, conduzindo a obtenção de alguns de seus pressupostos, como a redução de estoques em armazéns, melhora no fluxo de materiais, redução de lead times e de custos com transportes.

Lacerda (2000) afirma que o *cross-docking* (Figura 1) inicia quando carretas completas chegam de múltiplos fornecedores, e então é realizado um processo de separação dos pedidos, com a movimentação das cargas da área de recebimento para a área de expedição.



**Figura 1 – Representação gráfica do Cross-docking.**  
 Fonte: Adaptado de Lacerda (2000).

Para Schaffer (1998) o *Cross Docking*, também chamado de distribuição “*flow through*”, permite que a administração dos centros de distribuição concentre-se no fluxo de mercadorias e não na armazenagem das mesmas. A aplicação deste sistema busca reduzir ou eliminar, se possível, duas das atividades mais caras realizadas em um armazém. Que segundo o autor seriam a estocagem e o *picking*.

Segundo Simchi-Levi et. al. (2003), é um procedimento que movimenta as mercadorias de um fornecedor por meio de um centro de distribuição, sem armazenar o produto por um longo tempo, permitindo a uma empresa acelerar o fluxo dos produtos para o consumidor, dessa forma, *cross-docking* é um programa planejado para fornecer suporte à entrega de produtos aos clientes.

De acordo com Lacerda et al. (2003) existem três métodos para realização do *cross-docking*:

- a) Industrial: envolve mover de imediato, as mercadorias de uma linha de produção, para o interior de um caminhão, para fazer a entrega. Nesse método pode variar, o produto sendo manufaturado, depois guardado temporariamente (sem ir para o estoque) para posteriormente ser transportado.
- b) centro de distribuição: esse método possui duas variantes. *Cross-docking* ativo acontece quando o produto é instantaneamente enviado de um caminhão para um outro. *Cross-docking* mesmo dia, significa que o produto é organizado ou mantido em uma carreta, a ser liberado no mesmo dia.
- c) terminal: ocorre onde o produto é transportado de vários centros de distribuição para um complexo de terminais, onde o produto é recebido, associado (combinado) e enviado para o cliente.

Para Zinn (1998), o *cross-docking* combina a administração de estoques com o processamento de informações para criar um sistema capaz de reabastecer com frequência um grande número de pontos de entrega.

Com o auxílio da tecnologia as operações se tornam mais vantajosas e contribuem para o alcance de melhores níveis de eficiência. Muitos autores como: Schaffer (1998) e Zinn (1998), dizem que as operações *cross-docking* geralmente precisam de WMS (*warehouse management system*) incluindo a tecnologia de código de barra, rádio frequência (RF), avanço na notificação do transporte, com o EDI (*eletronic data interchange*), para garantir que existe troca de informação ao longo de toda a cadeia de abastecimento, desde o comprador até a venda final.

Lambert (1998, p.262) assegura que a tecnologia da informação e de software de distribuição são fatores complementares que levaram as empresas a se tornarem mais interessadas em administração da logística.

Para Arozo (2003), os sistemas de gerenciamento de depósitos e armazéns, ou WMS, são de grande importância pelo gerenciamento da operação do dia-a-dia de um armazém. Sua utilização está restrita a decisões totalmente operacionais, tais como: definição de rotas de coleta, definição de endereçamento dos produtos, entre outras.

Segundo Banzato (2003), um WMS é um sistema de gestão por *software* que melhora as operações dos armazéns, por meio do eficiente gerenciamento de informações e conclusão das tarefas, com um alto nível de controle e exatidão do

inventário. Ainda o mencionado autor, acrescenta, as informações gerenciadas são originadas de transportadoras, fabricantes, sistemas de informações de negócios, clientes e fornecedores. O WMS utiliza estas informações para receber, inspecionar, estocar, separar, embalar e expedir mercadorias da forma mais eficiente. A eficiência é obtida através do planejamento, roteirização e tarefas múltiplas dos diversos processos do armazém.

Segundo Banzato (2003), a implementação do WMS proporciona a redução de custo, que é obtida através da melhoria da eficiência da mão-de-obra, resultando em um armazém que exige menor carga de trabalho, assim, reduz-se a necessidade de horas extras, de contratar pessoal adicional e de corrigir erros no ponto de verificação.

### 2.3.2 *Transit Point*

Segundo Fleury (2000) as instalações do tipo transit point são estruturalmente simples, necessitando de baixo investimento em sua instalação. Além disso, são fáceis de gerenciar, não exigindo grande nível de controle. O diferencial deste método é o não uso de estoques. O *transit point* é posicionado de forma a atender uma determinada área de mercado distante dos armazéns centrais, recebendo carregamentos consolidados e separando-os para entregas locais a clientes individuais.

Para Lacerda (2000, p.3)

As instalações do tipo transit point são bastante similares aos centros de distribuição avançados, porém não mantêm estoques. O transit point é localizado de forma a atender uma determinada área de mercado distante dos armazéns centrais e opera como uma instalação de passagem, recebendo carregamentos consolidados e separando-os para entregas locais a clientes individuais.

### 2.3.3 Centro avançado de Distribuição (CAD)

Oliveira (2006) diz que o principal objetivo de um CAD é garantir um rápido atendimento aos clientes, satisfazendo às necessidades de determinada área geográfica, que, em sua maioria, localizam-se distantes dos centros produtores.

Segundo Oliveira (2006) no CAD o transporte até o cliente pode ser realizado de forma fracionada, em que, geralmente, é realizada para movimentações de pequena distância. Os centros de distribuição também têm uma vantagem em relação às operações de centros consolidadores de carga. Este tipo de centro – CAD – permite que sejam recebidos grandes carregamentos e, fracionando as cargas, seja enviado ao cliente a custos de transporte mais baixos.

## 2.4 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO EM LOGÍSTICA

Para Resende (2000, p.64) as organizações quando implantam os sistemas de informações buscam benefícios como: conceder suporte à tomada de decisão; adicionar valor agregado aos serviços e processos desempenhado por elas; ofertar produtos de qualidade superior à de seus concorrentes; atingir oportunidade de negócios e aumentar a rentabilidade e ter mais segurança nas informações, ocasionando menos erros e mais precisão.

Segundo Porter (1989) a utilização da Logística associada à Tecnologia de Informação é importante para que as organizações alcancem o objetivo almejado, ou seja, maior competitividade. Esta ferramenta tem potencial para auxiliar a organização a obter tanto vantagem em custo e produtividade, como a vantagem em valor.

Haley e Krishnam (1995) aponta a Logística como a área empresarial que mais se beneficiou da automatização e da redução dos custos permitida pela Tecnologia da Informação. A tecnologia da informação popularmente chamada de TI, é um recurso fundamental para o sucesso de iniciativas de logística e Supply Chain Management (SCM).

Fleury (2000) afirma que há três razões que justificam a importância de informações rápidas e precisas para sistemas logísticos eficazes.



- a) Em primeiro lugar, os clientes entendem que informações sobre a situação do pedido, disponibilidade de produtos, programação de entrega e faturas são elementos necessários do serviço ao cliente.
- b) A segunda razão refere-se ao uso da informação para reduzir o estoque e minimizar as dúvidas em torno da demanda.
- c) Finalmente, a informação aumenta a flexibilidade e permite identificar os recursos que podem ser utilizados para que se obtenha uma vantagem estratégica.

Conforme Chopra e Meindl (2001), informação é essencial para tomar decisões precisas de gerenciamento da cadeia de suprimentos porque ela proporciona o conhecimento do sentido global. A tecnologia da informação proporciona as ferramentas para reunir essas informações e analisá-las objetivando tomar as melhores decisões sobre a cadeia de suprimentos.

Para Porter (1991) vantagens competitivas podem ser atingidas por meio do suporte da tecnologia e sistemas de informação, de maneira que amplie a capacidade de uma organização em lidar com clientes, fornecedores, produtos e serviços substitutos, e novos competidores no mercado.

Segundo Ballou (1993) uma das causas mais relevantes ao desenvolvimento dos processos administrativos é a aplicação de tecnologia de informação, porque proporciona um grande aumento de eficiência no processo ao todo. Tal método envolve todas as ferramentas que a tecnologia disponibiliza para o controle e gerenciamento do fluxo de informação de uma organização.

Ballou (1993) diz que existem no mercado alguns tipos de ferramentas que auxiliam e facilitam, afim de tornar as informações mais precisas para aplicações na cadeia de suprimentos, alguns exemplos destes sistemas são: o código de barras, o EDI (*Electronic Data Interchange*), o ECR (*Efficient Consumer Response*) e o ERP que integram todos os outros.

## 2.5 ERP (*ENTERPRISE RESOURCE PLANNING*)

Para Albertão (2001) os ERP (*Enterprise Resource Planning*) ou sistemas de gerenciamento empresarial são sistemas complexos onde integram de forma eficaz,

todos os outros sistemas operacionais da empresa.

Segundo Gomes (2004) O objetivo do ERP é ajudar o fabricante ou qualquer outra empresa a gerenciar importantes partes do negócio, incluindo o projeto do produto, compras de matérias-primas ou componentes e controle de estoque procurando interagir com os fornecedores e oferecendo suportes aos clientes.

Para Stmadord (2000) o ERP é um sistema integrado, que possibilita um fluxo de informações único, contínuo e consistente por toda a empresa sob uma única base de dados. É uma ferramenta para a melhoria de processos de negócio, tais como produção, compras ou distribuição, orientado por estes processos e não os departamentos da empresa, com informações on-line e em tempo real.

Para Abreu (2000) a modernização ERP (Enterprise Resource Planning) Planejamento de Recursos Empresariais são pacotes (software) de gestão empresarial ou sistemas integrados, com recursos de automação e informatização com o objetivo de contribuir com o gerenciamento dos negócios empresariais. Souza (1999) diz que pode-se também definir ERP em termos de “sistemas de informação integrados adquiridos na forma de pacotes de software comercial, com a finalidade de dar suporte a maioria das operações de uma empresa”.

Segundo SOUZA (1999), existem características dos sistemas integrados de gestão que os tornam diferentes de outros sistemas existentes, com isso o autor fez uma análise de custo-benefício de suas aquisições, são elas:

- a) Os ERP's são pacotes comerciais;
- b) São desenvolvidos através de modelos padrões de processos;
- c) Integram sistemas de várias áreas das empresas;
- d) Utilizam um banco de dados centralizado;
- e) Possuem grande abrangência funcional.

Albertão (2001) comenta que o ERP pode trazer inúmeras vantagens às organizações, dentre elas, o autor cita:

- a) Flexibilidade – trazendo o uso de uma base de dados comuns;
- b) Economia de custos - elimina o uso de interfaces manuais;
- c) Eficiência – promove uma melhora no fluxo da informação dentro da organização;
- d) Melhoria da qualidade e consistência dos relatórios, possibilitando melhor comparação de dados;

- e) Melhoria do processo de tomada de decisão;
- f) Eliminação da redundância de atividades;
- g) Redução do *lead time* e tempos de resposta ao mercado;
- h) Redução de inventários - através do melhor gerenciamento de dados e informações mais rápidas e mais precisas
- i) Proporciona plataformas com multi-idiomas e multiplantas por meio de sistemas mais robustos, para empresas globais;
- j) Reduz sensivelmente o tempo de resposta do sistema;

## 2.6 PESQUISA OPERACIONAL

Segundo Arenales *et al.* (2007) o termo pesquisa operacional é uma tradução (brasileira) direta do termo em inglês *operational research*. O surgimento deste termo está ligado diretamente para fins militares quando a força aérea britânica tinha uma estação de pesquisa operacional a fim de interceptar aviões inimigos. Anos depois outros segmentos da força militar britânica aderiram a pesquisa operacional; o objetivo era de decidir sobre a utilização mais eficaz de recursos militares limitados com equipes envolvidas em problemas de operações de guerra. Após o final da segunda guerra mundial, a utilização da PO fora da organização bélica atraiu interesse das indústrias.

Para Hillier e Lieberman (2010), pesquisa operacional envolve “pesquisa sobre operações”. Portanto, a pesquisa operacional é utilizada em problemas envolvendo como conduzir e coordenar as operações. A PO tem sido largamente aplicada em áreas tão distintas como manufatura, transportes, construção, telecomunicações, planejamento financeiro, assistência médica, militar e serviços públicos etc.

Sobre a utilização da PO, Fávero e Belfiore (2012) comentam que ela se tornou mais complexa tendo como auxílio os microcomputadores que tem um poder muito maior de processamento, fazendo os modelos criados por profissionais da Pesquisa Operacional mais rápidos e auxiliando os mesmos a analisar os mais variados aspectos e situações de um problema complexo, através de técnicas como a modelagem matemática para melhor tomada de decisão.

Segundo Moreira (2010) a Pesquisa Operacional procura obter a melhor solução para um problema. Esse ótimo é necessário enfatizar que é referente ao ponto matemático, descartando as vezes algumas variáveis, principalmente as de natureza comportamental. Uma vez atingida uma solução, ainda que ela seja ótima do ponto de vista matemático, torna-se necessária uma análise de viabilidade de sua implantação.

## 2.7 ROTEAMENTO DE VEÍCULOS

Segundo Cunha (1997) o PRV (Problema de Roteamento de Veículos), é o processo de determinação de um ou mais roteiros ou sequencias de paradas (Scheduling) a serem cumpridas por veículos de uma frota, a fim de atender um conjunto de pontos geograficamente dispersos, em locais pré-estabelecidos, onde cada roteiro é visitado somente uma vez e o custo total de atendimento é mínimo.

Para Goldberg e Luna (2000), o método de roteamento de veículos pode ser considerado com um sistema organizado de meios que tem como objetivo responder as demandas localizadas em nós de qualquer rede de transportes. Tal método geralmente é complexo podendo ser dividido em três partes: estratégica, tática e logística.

De acordo com Laporte *et al* (2000), o PRV baseia-se em definir roteiros de veículos que minimize o custo total de transporte, iniciando e terminando no depósito dos veículos, possibilitando que cada ponto seja visitado apenas uma vez e a demanda em qualquer rota não exceda a capacidade do veículo que atende.

Segundo Lopes *et al* (2013). Os problemas de roteirização é um NP-difícil (*Non-deterministic polynomial time*) ou seja, alta complexidade computacional. Para evitar tempos computacionais excessivos são utilizados algoritmos heurísticos e meta-heurísticos, que cada qual são especificamente em resolver os PRV. As Mais comuns são: Problema do Caixeiro Viajante (TSP), Problema do Carteiro Chinês (PCC), Problema da Roteirização de Veículos com Retiradas e Entregas (VRPPD) e CLONALG.

Para Arenales *et al* (2007) o problema combinatórios mais conhecido, pesquisados e utilizados é o Caixeiro Viajante, devido à sua aplicação em diversas

áreas. O caixeiro envolve um grupo de cidades, em que deve passar por cada cidade somente uma vez, e voltar à cidade de partida com objetivo de percorrer a menor distância. O problema de caixeiro viajante pertence à classe de problemas de roteamento em nós, e são definidos em grafos orientados ou não orientados.

Segundo Ballou (2006) o PRV é uma forma geral do Problema do Caixeiro Viajante (PCV), onde uma certa quantidade de veículos para atender algumas cidades ou pontos, levando em conta a duração máxima da viagem e a capacidade de cada veículo em transportar cargas para as cidades acordadas.

De acordo com Manguino (2013) o PRV procura um sistema de rotas, partindo exclusivamente de um ponto, com o objetivo principal de alcançar os destinos ao menor custo logístico, suprindo todas as demandas. As principais restrições para o PRV são, capacidade dos veículos, a limitação de um ponto inicial que necessariamente deve ser também o ponto final e que todas as demandas devem ser atendidas.

## 2.8 METAHEURÍSTICA

Segundo Fávero e Belfiore (2012) a Metaheurística é um campo a Pesquisa Operacional, que faz parte da inteligência artificial e inteligência computacional que surgiram como possibilidades para solução de problemas de otimização de alta complexidade computacional não podendo ser resolvida em tempo polinomial (NP-completos), como o problema da mochila, do caixeiro-viajante, Clonalg, entre outros.

Já Hillier e Lieberman (2010) explica que um método heurístico é uma técnica que irá encontrar uma excelente solução viável, mas não necessariamente uma solução ótima, para o problema específico em questão, a técnica geralmente é um algoritmo iterativo completo que a cada interação ele busca uma nova solução que provavelmente, poderia ser melhor que a melhor solução encontrada anteriormente. Após um tempo o algoritmo termina suas iterações e fornece a melhor encontrada durante quaisquer iterações.

Para Fávero e Belfiore (2012) a Metaheurística é uma representação de uma combinação de procedimentos de busca com estratégias de alto nível,

abrangendo intensificação e diversificação, procurando evitar ótimos locais com o objetivo de encontrar soluções muito próximas do ótimo global, mas sem a garantia da otimalidade.

Segundo Hillier e Lieberman (2010) os métodos heurísticos em geral procuram se basear em ideias relativamente simples de senso comum de como buscar uma boa solução. As ideias necessitam ser adaptadas para se adequar ao problema de interesse específico, com isso os métodos heurísticos tendem a ser específicos por natureza, ou seja, cada método é criado para atender a um tipo problema específico em vez de uma variedade de aplicações.

Segundo Chaves (2009, p. 33, apud Blum e Roli, 2003) apresentaram algumas propriedades fundamentais que descrevem as metaheurísticas, como:

- a) Metaheurística são técnicas que orientam o processo de busca;
- b) O objetivo é analisar radicalmente o espaço de busca para encontrar soluções ótimas ou próximas do ótimo;
- c) Técnicas que fazem parte das meta-heurísticas podem variar desde procedimentos de busca local até processos complexos;
- d) Metaheurísticas integram o procedimento para evitar ficarem presas em ótimos locais do espaço de busca;
- e) As metaheurísticas não são exclusivas para um determinado problema;
- f) Metaheurísticas podem fazer uso de conhecimento específico do problema por meio de heurísticas que são dirigidas por estratégias melhores; e
- g) Metaheurística mais desenvolvidas utilizam a experiência obtida durante a busca (por intermédio da memória) para orientar a busca.

De acordo com Biajoli (2007) os algoritmos heurísticos investigam em tempos computacional relativamente rápido e com uma qualidade boa, áreas com soluções ótimas, mas não podendo afirmar o quão ótimo serão essas soluções e qual sua proximidade com a solução ótima.

## 2.9 CLONALG

Proposto por Castro e Von Zuben (2000), o CLONALG (*Clonal Selection*

*Algorithm*) é baseado no sistema imunológico natural. Essa técnica considera que apenas as células mais ajustadas para reconhecimento do antígeno são designadas para proliferar, criando clones. Os clones são submetidos aos processos de mutação e maturação da afinidade.

Segundo Teixeira, Rodrigues e Correa (2013), o CLONALG é um algoritmo com base nos sistemas imunológicos artificiais (SIA), que é uma metaheurística inspiradas no sistema imunológico dos vertebrados, as principais características desse sistema são: maturação da afinidade, seleção clonal e teoria da rede imunológica. Os sistemas biológicos consideram-se que a seleção clonal e a maturação da afinidade correspondem ao processo evolutivo de combate ao patógeno (célula invasora), onde as células que melhor reconhecem o patógeno são clonadas e selecionadas.

O algoritmo CLONALG, foi criado com o propósito para resolução de problemas de reconhecimento de padrões e logo foi adaptado para resolução de problemas de otimização, no projeto original, o Clonalg se mostrou uma técnica capaz de resolver tarefas difíceis como aprendizagem de máquina, reconhecimento de padrões e otimização multimodal. Os passos a seguir descrevem o algoritmo CLONALG para resolver problemas de otimização (CASTRO, 2001):

Passo 1: Criar uma população ( $P$ ) com  $N$  anticorpos (solução candidatas);

Passo 2: Analisar a afinidade (função objetivo) de cada anticorpo e selecione (processos de seleção) os  $n$  melhores anticorpos (anticorpos de memória) da população  $P$ , obtendo o conjunto  $P_{\{n\}}$  ;

Passo 3: Reproduzir (processo de clonagem) cada um dos  $n$  melhores anticorpos selecionados, gerando uma população ( $C$ ) com  $N_c$  clones. A quantidade de clones gerados pelos anticorpos é diretamente proporcional à sua afinidade;

Passo 4: Submeter a população de clones ( $C$ ) a um método de hipermutação, onde a taxa de mutação é inversamente proporcional à afinidade do anticorpo. Uma população ( $C^*$ ) de anticorpos maduros/maturados é gerada;

Passo 5: Verificar a afinidade de cada anticorpo pertencente a ( $C^*$ ) e selecione os  $n$  melhores anticorpos ( $C^*_{\{n\}}$ ) e os incorpore à população  $P$ . O conjunto  $C^*_{\{n\}}$  escolhido substitui os piores anticorpos da população  $P$ .

Passo 6: Mudar  $d$  anticorpos de baixa afinidade por novos anticorpos ( $P_{\{d\}}$ ) (distinção ou metadinâmica). Os anticorpos com baixa afinidade detêm a maior

probabilidade de serem substituídos;

Passo 7: Repetir os passos de 2 a 6 até satisfazer o critério de parada.



### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

A empresa analisada se encontra na região Oeste do estado de São Paulo, fundada na década de 50 do século XX e atua no ramo de bebidas, industrializando e comercializando refrigerantes. A instituição em questão possui diversos setores, no entanto o trabalho se concentrou nos aspectos logísticos com foco principal na roteirização dos veículos que entrega os refrigerantes, onde os transportes dos produtos são feitos através do modal rodoviário em veículos próprios e terceirizados.

O trabalho procurou melhorar as rotas praticadas na cidade de Bauru, que possui 26 pontos de entrega, compostos por mercados, restaurantes, bares e distribuidores de bebidas. Com os endereços desses lugares, foi criada uma tabela, na qual cada ponto foi designado por uma letra do alfabeto, para que seja possível através do Google Maps determinar a distância e o tempo, tanto indo de A para B, como de B para A, e assim para todos os 26 pontos. No Apêndice A é possível visualizar a planilha.

#### 3.2 METODOLOGIAS

Para que a pesquisa seja coerente e tenha seus objetivos seguindo as metodologias necessárias, deve-se entender o tipo da pesquisa a ser feita. Então é importante classificar a pesquisa quando a sua natureza, abordagem, objetivos e procedimentos utilizados, tendo os instrumentos necessários para realizá-la (Kauark, Manhães; Medeiros, 2010).

De acordo com Gil (1991) pesquisa documental é elaborada a partir de materiais que não receberam tratamento analítico. O presente trabalho se encaixa em documental pois irá utilizar de centros de documentação e registro da empresa estudada.

Segundo Prodanov e Freitas (2013) procedimento técnico de

levantamento é um tipo de pesquisa que ocorre quando envolve a interrogação direta das pessoas cujo comportamento desejamos conhecer através de algum tipo de questionário. Em geral, procede-se a solicitação de informações a um grupo significativo de pessoas acerca do problema estudado para, em seguida, mediante análise quantitativa, obter-se as conclusões correspondentes aos dados coletados. Com isso o trabalho é um procedimento técnico de levantamento, que terá um foco em extrair dados das pessoas afim de saber um conhecimento direto da realidade da organização e interpretar os fenômenos, o estudo pretende levantar as seguintes variáveis a quantidade de demanda em cada destino e o custo de transporte unitário do produto de cada origem para cada destino.

Kauark, Castro e Medeiros (2010) afirmam que pesquisa descritiva visa descrever as características de determinada população ou fenômeno, ou o estabelecimento de relações entre variáveis. Envolve o uso de técnicas padronizadas de coleta de dados: questionário e observação sistemática. Assume, em geral, a forma de levantamento. O trabalho em questão envolveu coleta de dados para alimentar as informações pertinentes a programação linear que irá ser efetuada.

Gil (2008), define que a natureza da pesquisa pode ser básica ou aplicada, ela é básica quando não precisa obrigatoriamente aplicar para descoberta de resultados, enquanto a aplicada os resultados fazem parte da utilização da solução dos problemas. A pesquisa se enquadrará na aplicada, pois foram estudados dados de uma empresa em questão obtidos pela análise da programação linear das variáveis estudadas na empresa.

Sobre a classificação da natureza do problema, pode ser qualitativa ou quantitativa. Marconi e Lakatos (2008) descrevem que uma pesquisa qualitativa é fundada em dados sobre características ou qualidade, sempre respondida as perguntas de início com a palavra “como”, já a quantitativa é focada em quantidade, possuindo valores numéricos e são respondidas as perguntas de palavras “quanto”. Então, este trabalho se enquadrará em uma abordagem quantitativa, pois terá um contato direto e interativo na forma de entrevistas, onde irá coletar dados sobre quantidade de demanda, custo do transporte, capacidade de transporte.

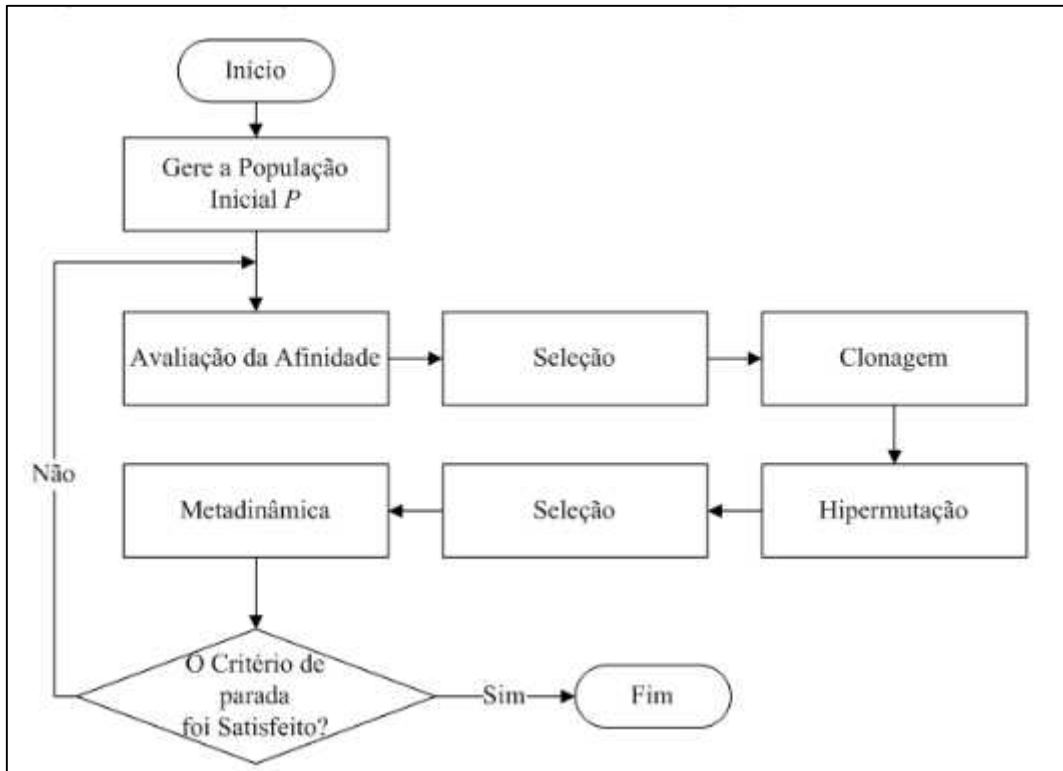
As metodologias computacionais podem ser classificadas como pesquisa operacional na qual, segundo Marins (2011) resultam da aplicação de técnicas matemáticas e recursos computacionais na ciência, visando uma tomada de decisão com base nas observações apresentadas pela programação.

Resumindo, a metodologia utilizada no estudo pode ser classificada da seguinte forma: natureza da pesquisa como aplicada, quanto aos objetivos como descritiva, quanto aos procedimentos técnicos serão documental, levantamento e operacional, já quanto à forma de abordar o problema como quantitativa.

### 3.3 ALGORITMO CLONALG

A partir da metaheurística Clonalg, foi criada uma rota a fim de reduzir o custo por quilometragem e atender todos os clientes de uma determinada cidade. Para que isso seja possível foi preciso levantar todos os pontos de entrega da cidade juntamente com seu endereço, e calcular as distâncias entre os 26 pontos, tanto indo de A para B, como voltando de B para A, levando em conta que os pontos não são simétricos ou seja pode ser que indo de A para B seja diferente de B para A, tendo em vista as ruas de mão única. Além disso, foram obtidos por meio do *Google Maps* os tempos para deslocamento entre dois pontos e analisado as distâncias entres esses pontos, criando uma melhor rota onde um único veículo passará por todos os pontos tendo um menor custo logístico e atingindo a demanda da cidade.

A metaheurística CLONALG foi implementada no ambiente do *software* livre *Scilab*, na Figura 2 pode-se ver um fluxograma que ilustra o seu funcionamento, em que a população inicial  $P$  é um conjunto formado por possíveis soluções (rotas) do problema. Visando a melhoria da solução inicial, essas passam por algumas ações como: os processos de avaliação de afinidade, seleção e clonagem. Estes processos que compõem a execução do algoritmo CLONALG é a distância entre cada ponto de entrega e seu tempo.



**Figura 2 – Fluxograma de funcionamento do algoritmo CLONALG.**  
**Fonte: Adaptado de Souza (2017, p. 52).**

O operador de metadinâmica é responsável por proteger a diversidade populacional nos algoritmos imunológicos. O operador de metadinâmica tem por função mudar os  $d$  piores anticorpos da população ( $P$ ) por  $d$  novos anticorpos, gerados aleatoriamente utilizando a mesma heurística para gerar anticorpos para a população inicial. Ao final do processo, uma vez que o critério de parada foi satisfeito o processo é finalizado. O critério de parada, adotado foi a quantidade de interações (SOUZA, 2017).

Na Tabela 1 pode-se ver os parâmetros adotados e os valores utilizados para rodar a programação.

<b>Tabela 1 – Parâmetros utilizados no algoritmo CLONALG.</b>	
<b>Parâmetros</b>	<b>Valor</b>
Tamanho da população $P$	26
Tamanho do conjunto $P_n$	5
Número de gerações (critério de parada)	40
Número de clones $N_c$ para cada indivíduo	5

**Fonte: Autoria própria.**

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 EQUIPE DE VENDAS

A equipe de vendas da empresa é composta por 4 representantes e mais 28 colaboradores entre consultores e supervisores de venda. A equipe não é dividida por linha de produtos, todos da equipe vendem todos os produtos oferecidos pela indústria de refrigerantes. São fornecidas metas para cada tipo de produto.

O processo de vendas é informatizado, sendo que o sistema é alimentado conforme as vendas são realizadas.

### 4.2 TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

A empresa não utiliza um sistema do tipo ERP que integra os setores da indústria, produção, distribuição, etc., entretanto, alguns sistemas para cada setor, e nem todos os setores da indústria possuem um sistema.

A roteirização, atualmente é realizada de forma manual pelo motorista responsável pela entrega daquela determinada rota.

A comunicação entre a empresa e seus clientes é realizada fundamentalmente por meio dos vendedores e representantes de vendas, o setor de vendas possui um sistema para realização e acompanhamento das vendas, porém o mesmo não é interligado com outros setores.

### 4.3 ARMAZENAGEM E FORMA DE ATENDIMENTO

A armazenagem das garrafas PET são feitas em fardos, que tem a capacidade de armazenar 6 unidades de PET e as embalagens de vidro são armazenadas em engradados que possuem capacidade de armazenar 24 garrafas de vidro. Tanto os fardos como os engradados são colocados em *pallets* cujo o tamanho é de 1,10 m x 1,20 m cada *pallet*, 1 *pallet* tem a capacidade de armazenar 80 pacotes de fardos ou

35 engradados.

Os *pallets* são empilhados e transportados por uma empilhadeira, que também é utilizada para carregar os caminhões. A empresa possui 6 tipos de caminhão, os quais possuem capacidades armazenagem diferente, como pode ser visto na Tabela 2:

**Tabela 2 –Informações sobre os caminhões.**

<b>Capacidade caminhões (veículos)</b>			
<b>Tipo</b>	<b>Quantidade de Pallets</b>	<b>Quantidade de fardos</b>	<b>Quantidade de engradados</b>
TOCO	10	800	350
TRUCK	14	1120	490
BI-TRUCK	16	1280	560
CAMINHÃO 3/4	3,875	310	135
CARRETA	23	1840	805

**Fonte: Autoria própria.**

O modelo de transporte utilizado pela empresa para o atendimento aos clientes é 100% rodoviário, divididos entre caminhões próprios e terceirizados. É feito um esforço pela equipe de logística em atender o maior número possível de rotas com os caminhões terceirizados uma vez que os mesmos possuem um custo menor que os caminhões próprios.

#### 4.4 LOGÍSTICA ATUAL DISTRIBUIÇÃO

A indústria de refrigerantes em questão, possui apenas uma unidade fabril instalada no oeste do Estado de São Paulo. A região atendida pela empresa abrange em torno de 225 cidades, sendo a maioria do próprio Estado e uma parte da região Norte do Paraná, não sendo fornecido o percentual de vendas nessas regiões. A organização não utiliza qualquer tipo de estrutura de apoio à distribuição.

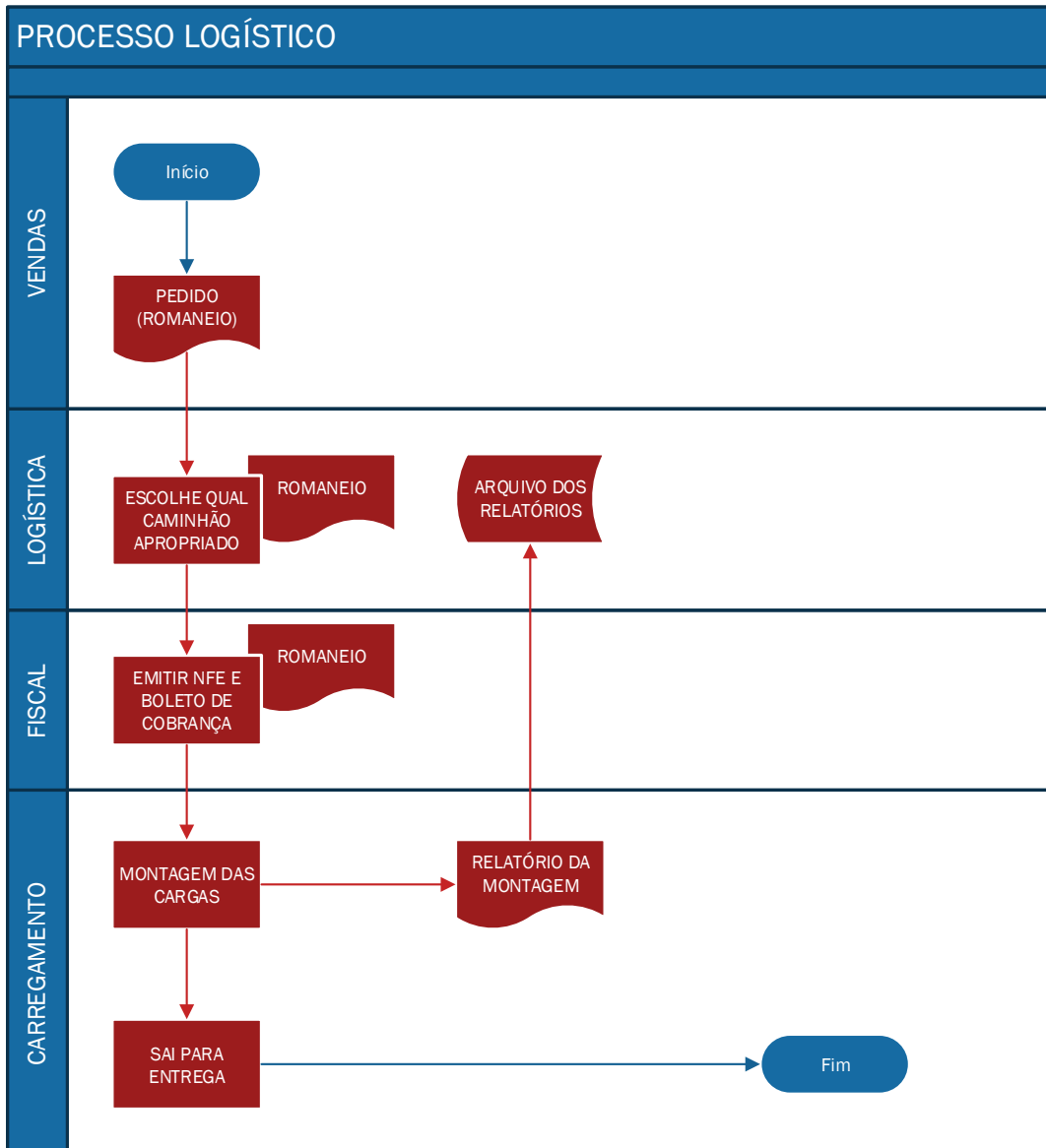
As distribuições iniciam-se com o pedido de venda feito pelo vendedor, cada vendedor possui sua região de abrangência. Quando a venda é efetuada, o pedido do cliente é registrado e enviado para o departamento de vendas e alimentado no sistema interno da empresa. Caso possuir alguma divergência na comercialização do produto, o gerente comercial analisa e aprova ou desaprova a efetuação da venda.

Na confirmação da venda, é emitido um romaneio que é direcionado para o setor de logística onde o mesmo define se o pedido pertence a uma rota já existente ou se deverá criar uma rota para esse novo destino e então escolhe o caminhão mais apropriado para tal demanda.

Após essa análise, o romaneio é direcionado ao setor fiscal onde emite-se a nota fiscal e boleto de cobrança, ambas são direcionadas junto com o romaneio para o carregamento, onde é conferida a mercadoria e separada, para que o veículo possa ser carregado. O motorista e o ajudante saem para a entrega dos pedidos com as notas fiscais, sem uma rota pré-estabelecida, apenas com os endereços dos clientes.

O processo de vendas e distribuição da empresa de refrigerantes estudada pode ser observado no fluxograma da (Figura 3).

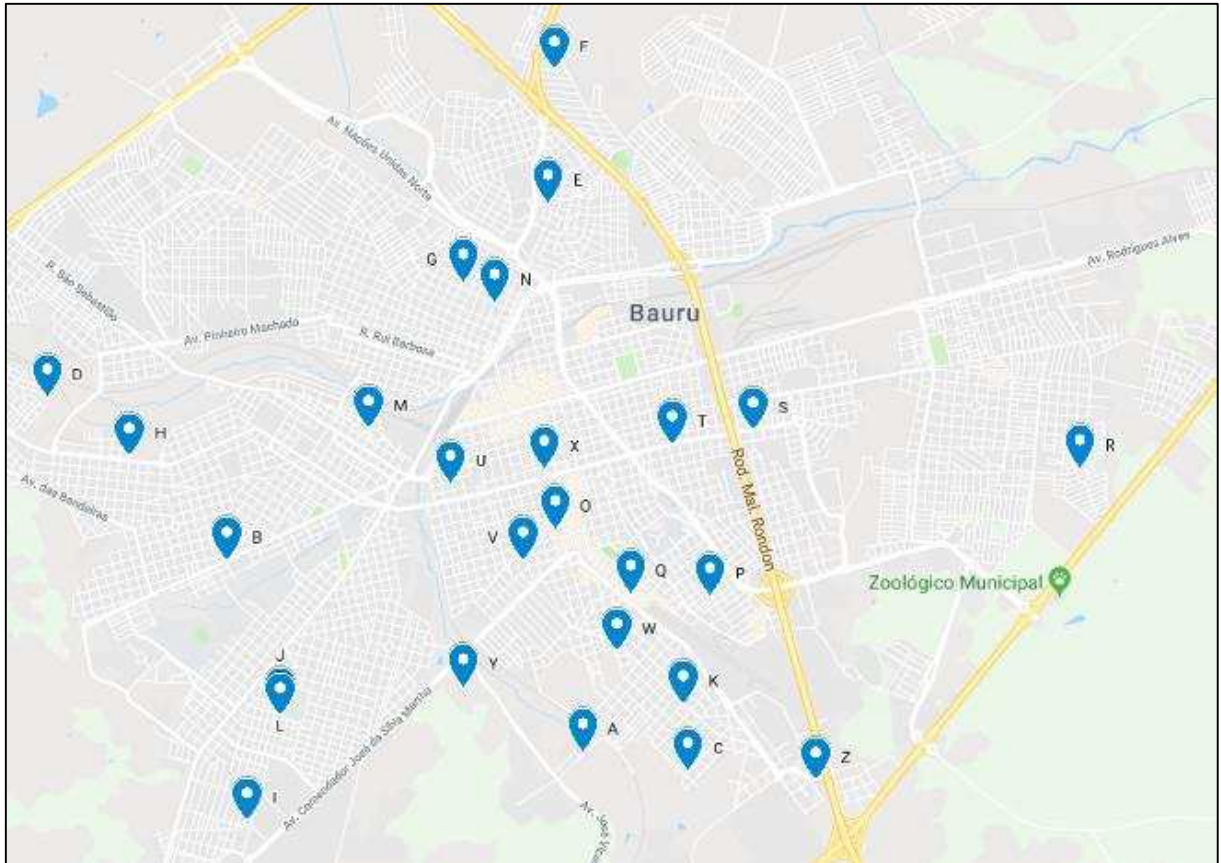
A empresa em questão atende 225 cidades, porém disponibilizou apenas dados da cidade de Bauru como demanda e pontos de entregas. A demanda da cidade de Bauru em média é de 202083,1 quilos ou 202 toneladas, a empresa geralmente contrata terceiros para fazer esse frete, que utiliza o caminhão TRUCK com a capacidade de 14.000 quilos (14 toneladas). São feitas em média 15 viagens para a cidade no mês afim de atender a demanda, é utilizado apenas um caminhão por vez para esse trajeto.



**Figura 3 - Fluxograma Processo logístico.**  
**Fonte: Autoria própria.**

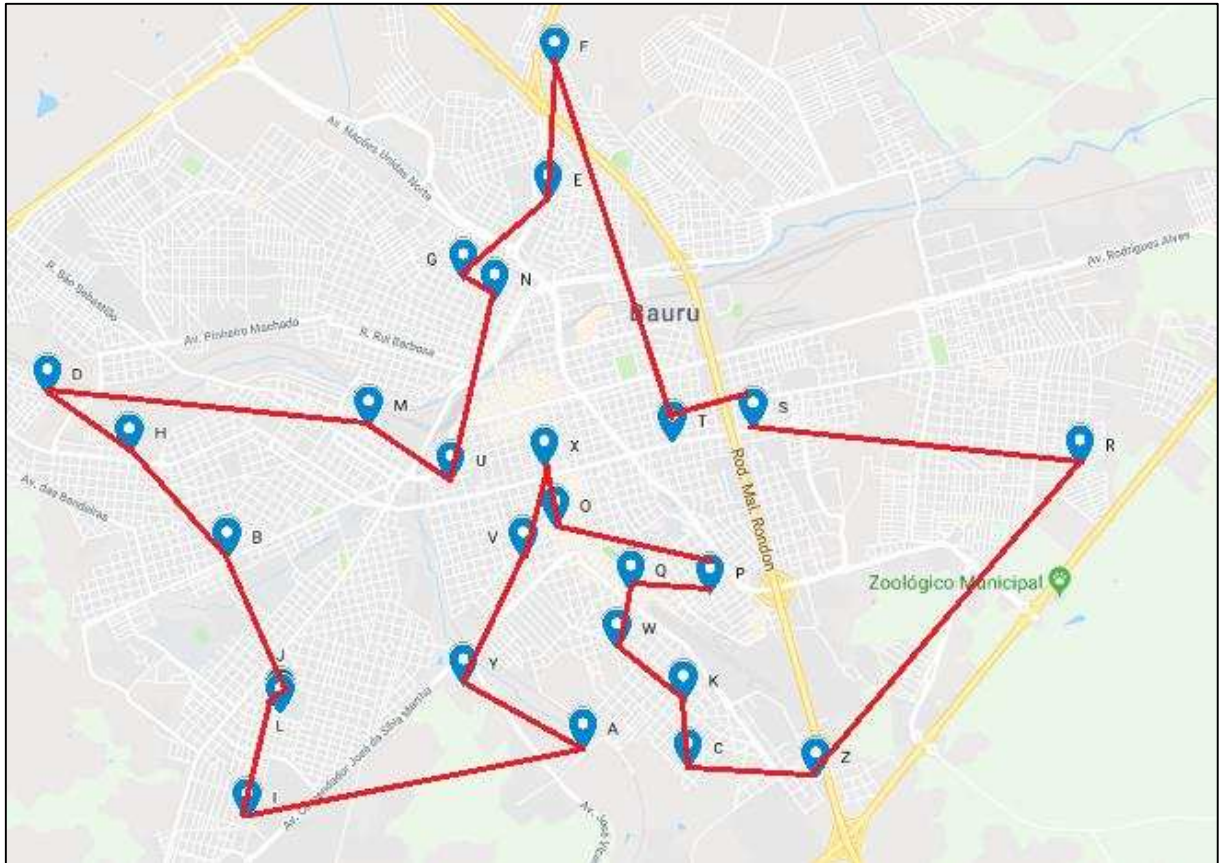
A distribuição das mercadorias na cidade de Bauru é feita sem qualquer estudo pré-estabelecido; um único caminhão faz as visitas em todos os clientes apenas uma vez, deixando seus respectivos pedidos, são 26 clientes distribuídos pela cidade, esses pontos são localizados como pode ser visto na (Figura 4).





**Figura 4 – Pontos de entregas.**  
**Fonte: Autoria própria.**

Segundo os responsáveis pela logística da empresa, não há uma rota elaborada especificamente para esse cenário, cada motorista segue de acordo com a sua percepção. O fato foi confirmado ao se entrevistar um destes profissionais que indicou a sua própria rota, conforme pode ser visto na (Figura 5).



**Figura 5 – Rota atual feita pelo motorista.**  
**Fonte: autoria própria.**

Com base na rota praticada pelo motorista, utilizando a tabela de distância entre cada ponto (Apêndice A), tem-se a seguinte sequência: Z-C-K-W-Q-P-O-X-V-Y-A-I-J-L-B-H-D-M-U-N-G-E-F-T-S-R-Z, que corresponde a 58,394 km percorridos.

A rota em questão é feita por terceiros, sendo o valor acordado pago em função dos km rodados, considerando o percurso entre as cidades de origem e destino mais a quilometragem necessária à distribuição do produto. O valor correspondente ao frete é de R\$ 417,50 (dados de 2018) valor esse que correspondem a 167 km entre as duas cidades. Neste caso são inclusos mais os 58,394 km da atual rota que é praticado, portanto tem-se o valor de R\$563,5.

$$167 \text{ km} + 58,394 = 225,394 \times R\$ 2,50 = R\$ 563,485$$

#### 4.5 ROTA CRIADO PELA METAHEURÍSTICA

Utilizando a metaheurística CLONALG, com a programação criada, usando as distâncias entre cada ponto, tem-se a rota que corresponde a melhor rota

usando a metodologia CLONALG (Figura 6).



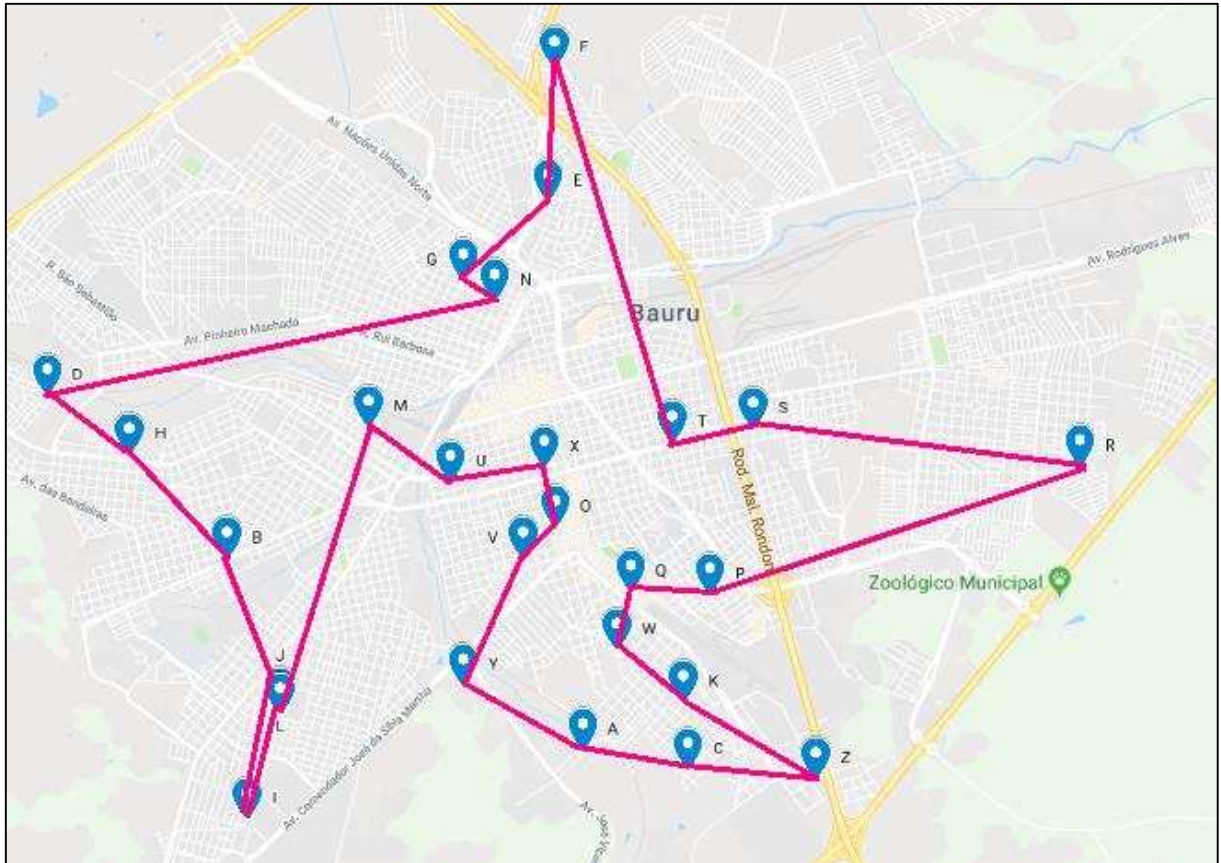
**Figura 6 – rota criada através da programação.**  
**Fonte: Autoria Própria.**

A rota sugerida pela metaheurística CLONALG forneceu a sequência (Z-C-K-A-W-Q-O-V-Y-I-L-J-B-D-H-M-U-X-G-N-E-F-T-S-R-P-Z) de 51,94 km, sendo 6,454 km a menos que a rota praticada pela empresa em questão.

Ambas as rotas se iniciam no ponto Z, pois o ponto é o mais próximo da rodovia que dá acesso à cidade, sendo considerado, portanto, o ponto de partida.

O valor da rota praticada atualmente é de R\$563,5, com a rota sugerida pela metaheurística o valor pago seria de R\$547,35. Considerando que para atingir a demanda da cidade de Bauru o caminhão precisa ir no mínimo 15 vezes ao mês, a nova rota irá trazer uma economia de R\$ 242,25 mês.

Também foi criada uma rota buscando o menor tempo de viagem usando a metaheurística CLONALG, por meio dos dados do Apêndice A, que forneceu além das quilometragens o tempo entre cada cliente. O algoritmo forneceu a seguinte rota (Z-C-A-Y-V-O-X-U-M-L-I-J-B-H-D-N-G-E-F-T-S-R-P-Q-W-K-Z).



**Figura 7– Rota criada com a programação objetivando o menor tempo.**  
**Fonte: Autoria Própria.**

Na Tabela 2 pode-se ver um comparativo entre as três rotas apresentadas a rota 1 (Figura 5) que é praticada pelo motorista sem qualquer estudo em questão, já a rota 2 (Figura 6) busca o menor caminho entre os pontos. E por fim a rota 3 (Figura 7) cujo objetivo é levar o menor tempo de viagem possível.

**Tabela 2 – Comparação de resultados das 3 rotas estudadas**

Rota	Comparação das rotas		
	Trajeto	km	Tempo
1	Z.C.K.W.Q.P.O.X.V.Y.A.I.J.L.B.H.D.M.U.N.G.E.F.T.S.R.Z	58,394	143 min
2	Z.C.K.A.W.Q.O.V.Y.I.L.J.B.D.H.M.U.X.G.N.E.F.T.S.R.P.Z	51,944	139 min
3	Z.C.A.Y.V.O.X.U.M.L.I.J.B.H.D.N.G.E.F.T.S.R.P.Q.W.K.Z	53,8	128 min

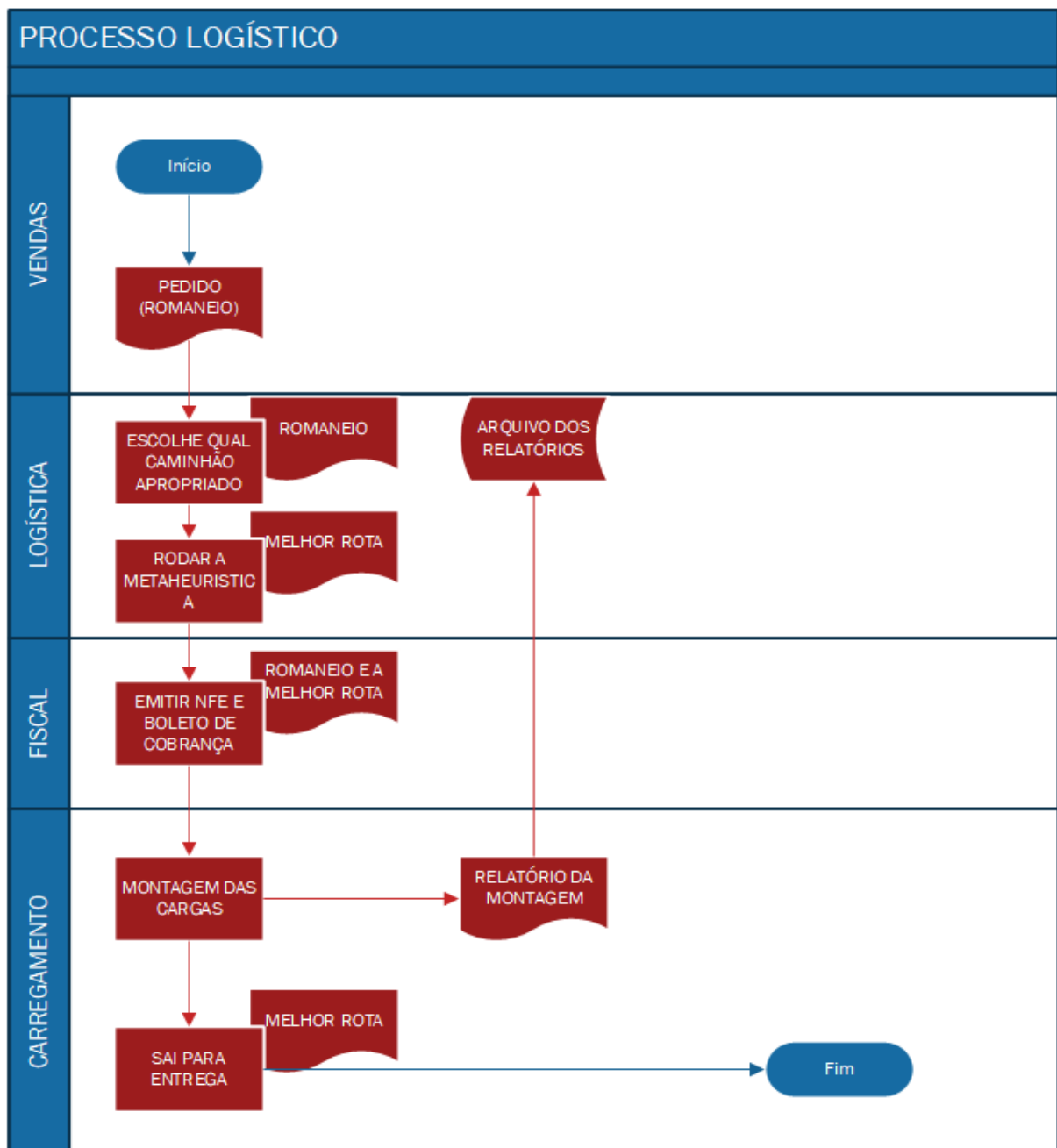
**Fonte: Autoria própria**

Nota-se que a rota 3 apresenta um deslocamento menor que o praticado pela empresa e seu tempo total percorrido é o menor entre os três trajetos, podendo ser a rota escolhida para tal cidade, porém a rota 2 é a de menor quilometragem.

Com o uso da metaheurística pelo setor de logística, a empresa iria formar

melhores rotas, seja de tempo ou de distância, acarretando em um custo de frete menor para a entidade, já que a mesma paga terceiros por km rodados e um tempo menor de entrega total.

O setor de logística teria um processo a mais que seria informar os pontos de entrega e obter a melhor rota sugerida pelo CLONALG, originando um novo processo logístico, que ficaria da seguinte forma como pode ser visto na Figura 8.



**Figura 8– Fluxograma Processo logístico a ser implementado.**  
**Fonte: Autoria própria.**

No Quadro 1, pode-se ver um estudo comparativo entre a teoria abordada e prática realizada na indústria de refrigerantes. Os critérios selecionados para a comparação foram de escolha do autor, entre as diversas possibilidades de comparação.

<b>Item</b>	<b>Teoria - Bibliográfica</b>	<b>Praticada na Empresa</b>
ROTEIRIZAÇÃO	Realizada com <i>software</i> especializado, embasado em uma metaheurística	Motoristas realizam de sua forma, sem um estudo pré-estabelecido
MOVIMENTAÇÃO DOS PRODUTOS	<i>Cross-docking; transit point</i> ; centros avançado de distribuição (CAD)	A organização possui apenas uma indústria e não utiliza qualquer tipo de estrutura de apoio à distribuição.
INFORMATIZAÇÃO	Tecnologia para integrar os setores da organização (ERP)	Cada departamento possui seu software não tendo uma integração dos setores da indústria.

**Quadro 1 – Comparativo entre a teoria e prática.**

**Fonte:** Autoria própria.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho procurou-se mostrar o impacto da utilização da metaheurística clonalg como forma de reduzir os custos de distribuição de uma empresa de refrigerantes.

A metaheurística utilizada na construção das rotas apresentaram-se eficiente como ferramenta de otimização, apresentando resultados melhores que os praticados pela empresa.

Foi salientado também que uma boa prática de gestão logística pode trazer ganhos para companhia, por meio da utilização de planejamento e práticas estratégicas que implicam aspectos logísticos que proporcionam um diferencial competitivo, acarretando em um ganho em relação aos concorrentes.

Porém as boas práticas de logística só serão legitimadas se a empresa realizar um planejamento para otimizar seus recursos logísticos, o que irão envolver análise da estrutura de apoio a distribuição e a utilização de uma tecnologia eficaz que procura interligar os setores como o ERP. Essas práticas poderão dar suporte necessário para a redução de custos de transportes, armazenagem e distribuição. Dentre essas estruturas e operações pode-se mencionar os centros de distribuição, *cross-docking* e *transit point*.

## REFERÊNCIAS

ABRAMCZUK, A. A. **Os relacionamentos na cadeia de suprimentos sob o paradigma da desintegração vertical de processo**: um estudo de caso. Dissertação de Mestrado da Engenharia de Produção USP, 2001.

ARENALES, Marcos et al. **Pesquisa Operacional**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BALLOU, Ronald. **Logística empresarial**. São Paulo: Atlas, 1999.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e gerenciamento da cadeia de abastecimento**. São Paulo: Saraiva, 2006.

BIAJOLI, F. L.; CHAVES, A. A.; MINE, O. M.; SOUZA, M. J. F. **Escala de jogos de torneios esportivos: Uma abordagem via simulated annealing**. In: XXXV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 35. Anais. Natal - RN, 2003.

BULLER, Luz Selene. **Logística empresarial**. Curitiba: Iesde Brasil, 2012.

BNDES. Referência obtida na Internet <<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>. Acesso em Nov / 2017.

CAIXETA-FILHO, José Vicente; MARTINS, Ricardo Silveira. **Gestão logística do transporte de cargas**. São Paulo: Atlas, 2007.

CASTRO, Leandro Nunes de; VON ZUBEN, Fernando J.. The Clonal Selection Algorithm with Engineering Applications. **In Workshop Proceedings Of Gecco**, Las Vegas, Usa, v. 2, n. 1, p.1-7, jun. 2000. Disponível em: <[http://www.dca.fee.unicamp.br/~vonzuben/research/lnunes\\_dout/artigos/gecco00.pdf](http://www.dca.fee.unicamp.br/~vonzuben/research/lnunes_dout/artigos/gecco00.pdf)>. Acesso em: 24 maio 2018.

Castro, L. N. **“Engenharia Imunológica: Desenvolvimento e Aplicação de Ferramentas Computacionais Inspiradas em Sistemas Imunológicos Artificiais”**. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil, 2001.



CHAVES, Antonio Augusto. **Uma Meta-heurística híbrida com busca por agrupamento aplicada a problemas de otimização combinatório.** 2009. 196 f. Tese (Doutorado) - Curso de Computação Aplicada, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2009. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2009/02.09.19.31>>. Acesso em: 12 maio 2018.

CHING, Hong Yuh. **Gestão de Estoques na Cadeia de Logística Integrada.** 3. ed. São Paulo: Atlas S.a, 2008.

CHOPRA, Sunil; MEINDL, Peter. **Gestão da Cadeia de Suprimentos: estratégia, planejamento e operações.** 4. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: estratégias para redução dos custos e melhoria dos serviços.** Ed: Pioneira. São Paulo, 1997.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos.** 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CUNHA, C.B. **Uma contribuição para o problema de roteirização de veículos com restrições operacionais.** 1997. 222 p. Tese de Doutorado – Curso de Engenharia de Transporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

FÁVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patrícia. **Pesquisa Operacional para cursos de administração, contabilidade e economia.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 1991.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

Goldberg, M. C. e Luna, H. P. L. **Otimização Combinatória e Programação Linear - Modelos e Algoritmos.** p. 440-477. Editora Campus, Rio de Janeiro. 2000.

HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução à pesquisa operacional**. 8. ed. Porto Alegre: Amgh Editora Ltda., 2010.

KAUARK, Fabiana; CASTRO, Fernanda; MEDEIROS, Carlos Henrique. **Metodologia da pesquisa**. Itabuna: Via Litterarum, 2010.

LOPES, Heitor Silvério et al. **Meta-heurísticas em pesquisa operacional**. Curitiba: Omnipax, 2013. 472 p.

MANGUINO, João Luiz Veiga. **Problema de roteamento de veículos com frota mista, janelas de tempo e custos escalonados**. 2013. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Engenharia de Produção, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Técnicas de Pesquisa**. 7. ed. São Paulo: Atlas S.a, 2008.

MARINS, Fernando Augusto Silva. **Introdução à pesquisa operacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2011.

MOREIRA, Daniel Augusto. **Pesquisa Operacional: curso introdutório**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PAOLESCHI, Bruno. **Logística Industrial Integrada**. 2. ed. São Paulo: Érica, 2009.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SHAMBLIN, James E. & STEVENS JR, G.T. **Pesquisa Operacional – Uma Abordagem Básica**. Editora Atlas, São Paulo/SP; p. 13 – 18, e p. 263 – 389; 1979.

TEIXEIRA, Levi Lopes; RODRIGUES, Samuel Bellido; CORREA, Jairo Marlon. Comparativo entre as metaheurísticas ant colony optimization e clonalg na resolução de um problema de roteamento de veículos: Um estudo de caso. **Engenharia de Produção & Objetivos de Desenvolvimento do Milênio**, Bauru, Sp, v. 1, n. 1, p.1-14, nov. 2013. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/264534355>>. Acesso em: 23 maio 2018.

ALBERTÃO, S. E. **ERP: sistemas de gestão empresarial: metodologia para avaliação, seleção e implantação.** São Paulo: Iglu, 2001.

ROSEMBLOOM, B. **Marketing Channels: a management view.** Orlando (FL): The Dryden Press, 1999

STERN, L. W.; EL-ANSARY A. I. COUGHLAN, A. T. **Marketing channels. 5 ed. Englewood Cliffs: Prentice – Hall, 1996.**

BERMAN, B. **Marketing channels.** John Willey & Sons, 1996, p. 633.

ZINN, Walter. **Cross Docking. Revista Tecnológica.** p.22-24, junho 1998.

RICHARDSON, Helen L. **Cross Docking: Information Flow saves Space. Integrated Warehousing & Distribution.** p. 51-54, November 1999.

LACERDA, Leonardo. **Armazenagem Estratégica: Analisando Novos Conceitos.** Artigo Coppead, 2000. Consultado no site: [www.cvlog.net](http://www.cvlog.net) no dia 25/09/18.

SCHAFFER, S. Burt. **Cross Docking can Increase Efficiency. Automatic ID News.** P.3437, Vol 14, Issue 8, July 1998.

AROZO, R. **Softwares de supply chain management: Definições, principais funcionalidades e implantação por empresas brasileiras.** São Paulo: Atlas, 2003.

LACERDA, L. **Armazenagem e localização das instalações.** In: Fleury et al (orgs.) Log Empresarial - a perspectiva brasileira. cap.5 (Coleção COPPEAD de Administração). São Paulo: Atlas, 2000.

DE OLIVEIRA, Carolina Salem et al. **A logística como instrumento de diferencial competitivo em empresas fornecedoras de bens.** Etic-encontro de iniciação científica-issn 21-76-8498, v. 2, n.2, 2006.

Gomes, Carlos Francisco Simões; Ribeiro, Priscilla Cristina Cabral. **Gestão da cadeia de suprimentos integrada à tecnologia da informação.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

COUGHLAN, A. T.; ANDERSON, E.; STERN, L. W. et al. **Canais de marketing e distribuição**. Tradução Lucia Simioni. Porto Alegre: Bookman, 2002.

KOTLER, P. **Administração de marketing**. Editora Prentice Hall, São Paulo, 1999.

MEGIDO, J. L. T.; SZULCSEWSKI, C. J. **Administração Estratégica de Vendas e Canais de Distribuição**. São Paulo: Atlas, 2002.

FARAH Jr, M. **Os desafios da logística e os centros de distribuição física**. FAE, Curitiba, jun. 2003. Disponível em <[http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista\\_fae\\_business/n2\\_junho\\_2002/gestao5\\_os\\_desafios\\_da\\_logistica\\_e\\_os\\_centros.pdf](http://www.fae.edu/publicacoes/pdf/revista_fae_business/n2_junho_2002/gestao5_os_desafios_da_logistica_e_os_centros.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2018.

PIRES, S. R. **Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos**. São Paulo: Atlas, 2004

Simchi-Levi, D., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2003). **Cadeia de suprimentos – projetos e gestão**. Porto Alegre: Bookman.

FLEURY, P. F., WANKE, P.; FIGUEIREDO, K. F. **Logística empresarial: a perspectiva brasileira**. Coleção COPPEAD de Administração – Centro de estudos logísticos. São Paulo: Atlas, 2000.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C. **Issues in supply chain management**. *Industrial Marketing Management*, v. 29, n. 1, p. 65-83, 2000

Souza, Cesar e Zwicker, Ronaldo (1999). **“Aspectos envolvidos na seleção e implementação de sistemas ERP”**. Anais da XXXIV Assembléia Anual do CLADEA, Porto Rico.

BANZATO, Eduardo. **Sistemas de Controle e Gerenciamento do Armazém (WMS)**. Disponível em: <<http://www.guiadelogistica.com.br/ARTIGO261.htm>>. Acesso em 18 out. 2018.

BALLOU, Ronald H. **Logística empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física**. Tradução Hugo T. Y.Yoshizaki.- São Paulo: Atlas, 1993.

PORTER, M. **Vantagem Competitiva - Criando e Sustentando um Desempenho Superior**. 17 ed. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

REZENDE, Denis A., ABREU, Aline F., **Tecnologia da Informação aplicada a sistemas de informação empresariais: o papel estratégico da informação e dos sistemas de informação nas empresas.** São Paulo: Atlas, 2000.

HALEY GEORGE T., KRISHNAM It is time for CALM: **computer aided logisticsmanagement. International journal of physical distribution & logistics management**, v.25,n.4,1995.

STAMFORD, P. P. **ERPs: prepare-se para esta mudança.** Artigo publicado pela KMPress. Disponível em: <http://www.kmpress.com.br/00set02.htm>>, jun. 2000. Acesso em: 13 out. 2018

ABREU, A. F. **Sistemas de informações gerenciais: uma abordagem orientada aos negócios.** Florianópolis: UFSC/IGTI, 2000.

## APÊNDICE A

## DADOS LEVANTADOS COM A PESQUISA - DISTÂNCIA PERCORRIDA (km) E TEMPO DE DECOLAMENTO (min) ENTRE CADA TRAJETO

	A		B		C		D		E		F		G		H		I		J		K		L		M		N		O		P		Q		R		S		T		U		V		X		W		Y		Z	
	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min	km	min				
A			5,1	11,0	1,5	5,0	8,7	19,0	10,9	17,0	11,4	16,0	7,1	15,0	7,3	17,0	5,1	8,0	4,3	8,0	1,4	4,0	4,2	8,0	5,2	13,0	6,8	15,0	4,0	10,0	3,4	11,0	2,5	7,0	9,1	18,0	7,1	14,0	5,5	14,0	4,0	9,0	2,7	7,0	4,1	12,0	1,4	4,0	2,5	5,0	3,1	8,0
B	5,4	11,0			7,1	17,0	3,4	8,0	5,5	13,0	7,3	15,0	4,4	12,0	2,1	6,0	3,2	8,0	1,9	5,0	6,1	16,0	2,0	5,0	2,3	6,0	4,6	12,0	4,0	12,0	6,2	18,0	5,7	16,0	10,6	26,0	5,8	16,0	4,7	14,0	2,9	8,0	4,1	12,0	3,8	10,0	5,3	14,0	3,5	8,0	7,8	18,0
C	1,5	5,0	7,2	18,0			10,6	22,0	9,4	13,0	10,0	12,0	6,4	19,0	8,8	22,0	6,6	13,0	5,8	13,0	1,0	9,0	5,7	13,0	6,2	16,0	6,1	18,0	3,4	11,0	3,6	11,0	2,4	7,0	7,7	15,0	5,7	10,0	4,9	13,0	4,7	13,0	3,4	10,0	4,0	10,0	1,7	4,0	3,9	10,0	1,7	4,0
D	9,2	19,0	3,6	8,0	10,1	23,0			11,3	13,0	11,9	12,0	6,5	15,0	1,9	4,0	6,5	17,0	5,5	13,0	9,1	20,0	5,6	13,0	5,1	12,0	7,0	14,0	6,9	17,0	9,4	24,0	8,7	21,0	21,1	25,0	15,7	18,0	7,7	18,0	5,8	13,0	7,1	16,0	6,8	16,0	8,2	19,0	7,0	16,0	10,8	24,0
E	10,6	16,0	6,2	17,0	9,1	12,0	12,1	15,0			1,6	4,0	1,8	6,0	6,9	16,0	8,7	22,0	7,0	19,0	5,8	17,0	7,1	19,0	4,7	13,0	1,5	6,0	3,8	13,0	6,3	11,0	7,2	12,0	10,0	16,0	4,6	8,0	4,6	9,0	4,2	11,0	4,7	13,0	3,2	10,0	5,0	14,0	6,5	16,0	7,8	9,0
F	11,1	17,0	8,2	20,0	9,6	14,0	14,1	15,0	2,0	5,0			3,7	8,0	14,8	15,0	11,9	22,0	10,2	20,0	9,9	14,0	9,2	22,0	6,6	15,0	3,6	8,0	6,9	14,0	6,8	12,0	7,7	13,0	9,5	19,0	5,1	9,0	5,1	9,0	7,3	14,0	7,9	16,0	6,3	12,0	8,4	15,0	9,2	19,0	8,2	10,0
G	6,7	16,0	4,7	12,0	6,5	19,0	6,4	15,0	1,7	5,0	3,1	6,0			5,2	12,0	7,8	17,0	5,9	15,0	5,5	16,0	6,0	15,0	3,1	8,0	0,6	2,0	3,4	12,0	5,1	14,0	5,3	14,0	12,3	18,0	4,9	12,0	3,9	11,0	3,0	8,0	3,7	12,0	2,8	10,0	4,6	15,0	5,2	14,0	10,1	12,0
H	7,7	17,0	2,2	6,0	8,4	20,0	1,8	4,0	6,8	15,0	12,6	12,0	5,2	12,0			5,1	13,0	3,9	10,0	7,4	17,0	3,9	10,0	3,3	8,0	6,0	13,0	5,3	13,0	7,5	19,0	7,0	17,0	11,9	25,0	7,1	18,0	6,1	14,0	4,2	10,0	5,8	15,0	5,2	13,0	6,6	15,0	5,4	12,0	9,1	20,0
I	5,1	8,0	3,2	8,0	7,1	18,0	6,6	17,0	7,3	19,0	9,1	19,0	6,7	15,0	5,0	12,0			1,2	3,0	6,1	11,0	1,2	3,0	4,8	13,0	6,2	16,0	5,2	11,0	6,9	15,0	5,7	11,0	11,6	23,0	8,1	17,0	6,0	15,0	4,9	10,0	4,2	8,0	5,1	13,0	5,0	9,0	2,9	5,0	7,5	14,0
J	5,1	9,0	1,9	4,0	7,1	15,0	5,4	13,0	6,1	14,0	7,9	15,0	5,5	12,0	3,8	9,0	1,2	3,0			6,1	11,0	0,0	1,0	3,6	9,0	5,2	12,0	5,2	11,0	6,9	15,0	5,7	11,0	11,2	24,0	6,3	15,0	5,3	13,0	3,4	9,0	4,5	8,0	4,4	11,0	5,3	10,0	3,2	6,0	7,8	15,0
K	1,6	5,0	6,6	16,0	1,0	9,0	10,0	25,0	9,4	12,0	10,0	11,0	9,9	16,0	8,1	19,0	6,6	13,0	5,7	12,0			5,7	12,0	5,5	14,0	9,4	14,0	4,0	10,0	4,1	9,0	2,9	6,0	8,2	12,0	5,7	9,0	6,7	10,0	4,2	10,0	3,0	8,0	4,7	12,0	1,3	3,0	3,9	10,0	1,7	3,0
L	5,0	9,0	2,0	5,0	7,0	14,0	5,4	13,0	6,1	15,0	7,9	16,0	5,6	12,0	3,9	9,0	1,2	3,0	0,0	1,0	6,1	12,0			3,7	9,0	5,3	12,0	5,1	11,0	6,8	15,0	5,7	11,0	11,5	24,0	6,4	16,0	5,4	13,0	3,5	9,0	4,4	8,0	4,5	12,0	5,2	9,0	3,1	6,0	7,8	14,0
M	5,4	12,0	2,1	6,0	6,2	17,0	4,7	12,0	4,2	10,0	5,6	12,0	2,7	8,0	3,1	8,0	4,6	11,0	3,4	8,0	5,4	13,0	3,5	9,0			3,4	9,0	3,2	10,0	5,5	15,0	4,9	14,0	9,8	22,0	5,1	13,0	4,0	10,0	1,6	5,0	3,2	9,0	2,6	7,0	4,3	12,0	3,4	9,0	6,9	17,0
N	6,4	16,0	4,7	13,0	6,2	19,0	6,9	17,0	1,2	4,0	2,8	5,0	0,6	2,0	5,7	13,0	7,5	17,0	5,6	15,0	5,2	16,0	5,7	15,0	3,3	9,0			3,0	11,0	6,2	12,0	4,8	12,0	9,9	17,0	4,5	10,0	3,4	10,0	2,7	8,0	3,4	8,0	2,5	9,0	4,3	14,0	4,9	13,0	7,7	11,0
O	3,8	8,0	4,9	12,0	3,3	9,0	7,4	20,0	3,8	12,0	5,6	15,0	3,2	10,0	5,4	14,0	4,9	8,0	4,0	8,0	2,3	6,0	4,0	8,0	3,0	9,0	2,8	10,0			2,4	8,0	1,3	5,0	7,2	16,0	3,0	9,0	2,0	6,0	1,7	6,0	0,7	1,0	0,8	2,0	1,5	4,0	2,2	5,0	4,0	9,0
P	3,3	11,0	6,6	18,0	3,5	11,0	9,5	27,0	6,8	9,0	7,4	8,0	5,2	13,0	7,4	19,0	6,6	15,0	5,8	14,0	2,5	8,0	5,8	13,0	5,0	15,0	4,8	12,0	2,2	7,0			1,2	4,0	5,0	10,0	3,0	6,0	2,6	6,0	3,7	11,0	2,8	8,0	2,7	9,0	1,8	6,0	4,0	9,0	3,0	5,0
Q	2,4	9,0	5,4	14,0	2,7	8,0	8,0	24,0	4,8	14,0	6,5	15,0	4,3	14,0	6,4	17,0	5,5	10,0	4,6	9,0	1,7	6,0	4,6	10,0	4,1	13,0	4,0	14,0	1,1	4,0	1,6	5,0			6,3	13,0	3,5	9,0	2,5	7,0	2,7	8,0	1,5	5,0	1,8	6,0	0,7	1,0	2,8	7,0	3,2	8,0
R	8,9	15,0	18,1	24,0	7,5	12,0	21,3	25,0	8,7	15,0	10,0	13,0	9,9	18,0	12,2	25,0	13,7	21,0	12,9	20,0	7,8	12,0	12,8	21,0	9,8	21,0	9,5	16,0	7,0	16,0	5,1	12,0	8,6	12,0			5,7	13,0	6,5	12,0	8,5	18,0	7,5	17,0	7,5	15,0	8,4	13,0	11,0	18,0	6,2	8,0
S	7,8	14,0	5,6	16,0	5,8	18,0	16,0	18,0	4,2	7,0	4,7	5,0	4,6	11,0	16,6	16,0	7,9	17,0	6,2	16,0	6,6	10,0	6,2	15,0	4,6	13,0	4,2	9,0	2,9	3,0	3,6	8,0	4,4	10,0	4,7	12,0			1,3	6,0	3,2	10,0	3,9	8,0	2,3	7,0	5,1	11,0	5,2	17,0	5,0	7,0
T	6,4	17,0	5,3	16,0	6,4	15,0	8,2	23,0	5,2	9,0	5,8	8,0	4,4	13,0	6,7	17,0	6,6	17,0	5,9	16,0	6,9	11,0	6,0	15,0	4,3	13,0	3,8	11,0	2,6	9,0	3,9	10,0	2,8	10,0	5,9	13,0	1,0	3,0			3,0	10,0	3,7	8,0	2,0	7,0	3,4	7,0	4,9	10,0	5,3	10,0
U	4,6	11,0	2,8	8,0	4,9	13,0	5,7	15,0	3,9	9,0	5,7	12,0	3,4	7,0	4,2	11,0	4,4	12,0	3,7	10,0	3,9	11,0	3,8	10,0	1,5	5,0	3,1	7,0	1,9	7,0	4,1	12,0	3,2	11,0	8,6	19,0	3,7	11,0	2,7	9,0			1,9	4,0	1,3	5,0	3,1	7,0	3,0	9,0	5,6	13,0
V	2,8	8,0	4,1	11,0	3,5	9,0	6,7	18,0	4,0	12,0	5,8	15,0	3,4	10,0	5,1	12,0	4,1	8,0	3,8	7,0	2,5	6,0	3,7	7,0	2,8	9,0	2,9	10,0	0,7	1,0	2,9	10,0	2,1	6,0	7,7	18,0	3,5	9,0	2,5	8,0	1,5	4,0			1,7	4,0	1,6	4,0	1,9	9,0	4,2	10,0
X	3,4	11,0	3,5	13,0	3,9	13,0	6,4	19,0	3,3	10,0	7,1	11,0	2,7	10,0	4,9	12,0	4,9	11,0	4,1	11,0	3,0	9,0	4,2	11,0	2,5	9,0	2,4	9,0	0,8	3,0	2,8	9,0	1,9	7,0	7,2	15,0	2,4	7,0	1,4	6,0	1,2	5,0	1,7	4,0			2,1	5,0	2,8	6,0	4,7	13,0
W	1,5	4,0	5,3	12,0	1,7	5,0	8,4	21,0	10,4	15,0	9,0	13,0	4,7	14,0	6,8	16,0	4,8	9,0	4,5	9,0	1,0	3,0	4,4	9,0	4,2	11,0	4,3	14,0	1,6	6,0	1,9	7,0	0,7	1,0	6,6	15,0	4,6	8,0	3,2	11,0	2,9	8,0	1,7	5,0	2,2	5,0			2,6	6,0	2,7	6,0
Y	2,4	5,0	3,7	9,0	4,4	11,0	7,3	18,0	6,2	15,0	8,1	16,0	5,7	12,0	5,8	14,0	3,2	7,0	2,9	6,0	3,5	8,0	2,8	6,0	3,8	10,0	5,4	13,0	2,5	8,0	4,2	11,0	3,1	8,0	8,9	20,0	5,4	16,0	4,1	12,0	2,5	7,0	1,8	4,0	3,3	6,0	2,6	6,0			5,2	11,0
Z	3,3	8,0	8,1	18,0	1,9	4,0	12,8	29,0	7,7	9,0	8,3	8,0	8,2	12,0	11,3	21,0	7,5	15,0	7,2	14,0	2,1	5,0	7,2	14,0	7,1	16,0	7,7	11,0	4,2	9,0	3,6	7,0	3,0	6,0	6,0	10,0	4,0	6,0	5,0	7,0	5,7	14,0	4,4	8,0	6,0	10,0	2,8	6,0	5,4	12,0		